

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 2月21日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-043293

出 願 人

Applicant (s):

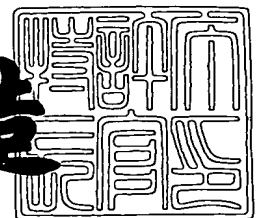
日本電信電話株式会社



2001年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3000537

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH116568

【提出日】 平成12年 2月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04B 1/00

【発明の名称】 波長多重光ネットワーク

【請求項の数】 19

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 高知尾 昇

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 岩月 勝美

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 小原 仁

【特許出願人】

 【識別番号】 000004226

 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100064908

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 志賀 正武

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 008707

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701417

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長多重光ネットワーク

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 つの階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、

最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードを有し、それらが 2 本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、

階層化した構造が 3 階層以上である場合に、最も下位のネットワークを除く中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する各ノード又は局舎間がそれぞれ 2 本の光ファイバによって結ばれ、

最も下位のネットワークは、1 又は複数の光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各 ONU と収容局の間をそれぞれ 1 本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、

最上位のネットワークに属するセンターノードと各 ONU がそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎又はノードにおいては、電氣的処理を行わず光信号のまま増幅と分岐又はルーティングを行うことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 2】 請求項 1 記載のネットワークのうち最上位とその直下位のネットワークがリングである 2 重リング構造であり、直下位のリングネットワークに属するノードがただひとつ又は複数であり、その直下位のリングネットワークに属するノードが収容局となっていることを特徴とする請求項 1 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 3】 請求項 2 記載のネットワークのうち、ONU からの光信号が集約される収容局には、光増幅器、光スイッチ、光合分波器を用いて上位局との間で波長多重信号を送受し、収容局より上位に位置するノード又は局舎においては、光増幅器と受動光部品を用いて最上位のネットワークに属するセンターノードと ONU との間の通信を行うことを特徴とする請求項 2 記載の波長多重光ネッ

トワーク。

【請求項 4】 請求項 3 記載のネットワークのうち、ONU からの光信号を集約する収容局より上位に位置する局舎またはノードにおかれる受動光部品が光カップラーであることを特徴とする請求項 3 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 5】 請求項 3 記載のネットワークのうち、ONU からの光信号を集約する電話局以外の局舎又はノードにおかれる受動光部品が光サーキュレータであることを特徴とする請求項 3 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 6】 少なくとも 2 つの階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、

最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードを有し、それらが 2 本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、

最も下位のネットワークは、光サービスユニット (ONU) からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、ONU と収容局の間をそれぞれ 1 本の光ファイバで直接結ぶネットワークであり、その直上位のネットワークは少なくともひとつの前記収容局が 2 本のファイバで接続されたリング構成で、各収容局からのトラフィックは収容局が属するリングネットワークにおけるセンターノードによって集約され、そのセンターノードによってさらに上位のネットワークと接続されており、

その収容局が含まれるリングネットワークにおけるセンターノードすなわち上位ネットワークにおけるリモートノードと各 ONU との間は、それぞれ波長が異なる光信号を用いて互いに通信を行い、リモートノードと ONU の間に位置する収容局においては、前記光信号が電気信号に変換されることなく光信号のままで増幅、ルーティングの処理が行われ、リモートノードにおいて電気信号に変換され、電氣的処理が行われ、あらかじめ割り当てられた波長で上位のネットワークへと送信されることを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 7】 請求項 6 記載のネットワークのうち最上位とその直下位のネットワークがリングである 2 重リング構造であり、その直下位のリングネットワークに属するノードが収容局となっていることを特徴とする請求項 6 記載の波長

多重光ネットワーク。

【請求項 8】 請求項 7 記載のネットワークのうち、ONUからの光信号が集約される収容局においては、光増幅器、光スイッチ、光合分波器を用いて収容局からのトラフィックを集約するリモートノードとの間で波長多重信号を送受し、

リモートノードにおいては各収容局又は上位ネットワークに属するノードからの波長多重信号をそれぞれ波長ごとに等化・識別・再生し、あらかじめ定められた波長に変換して上位ノード又は収容局に送り出し、その上位ネットワークから波長多重信号を取り出す手段と上位ネットワークに波長多重信号を送り出す手段として、受動光部品を用いる

ことを特徴とする請求項 7 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 9】 請求項 8 記載のネットワークのうち、収容局からのトラフィックを集約するリモートノードにおいて受動光部品として光カップラーを用いることを特徴とする請求項 8 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 10】 請求項 8 記載のネットワークのうち、収容局からのトラフィックを集約するリモートノードにおいて受動光部品として光サーキュレータを用いることを特徴とする請求項 8 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 11】 請求項 1 又は請求項 6 記載の波長多重光ネットワークにおいて、

ONUと収容局との間を無線通信を用いて2重化を行ったことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 12】 請求項 1 又は請求項 6 記載の波長多重光ネットワークにおいて、

収容局におかれた光合分波器を収容局ではなく引き落とし点に配置したことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 13】 請求項 12 記載の波長多重光ネットワークにおいて、

ONUと収容局との間を無線通信を用いて2重化を行ったことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 14】 請求項 2 に記載の波長多重ネットワークにおいて、

収容局が含まれる下位のリングネットワークとその上位のリングネットワーク

との両方に属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ2本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、

また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していることを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項15】 請求項14に記載の波長多重ネットワークにおいて、

リングネットワーク内で用いられる2本の光ファイバのそれぞれを伝搬する波長多重信号がすべて双方向となり、ノード内および収容局では双方向光増幅器を用いることを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項16】 3階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、

最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが4本の光ファイバ、によって結ばれたリングネットワークであり、

中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ4本の光ファイバによって結ばれ、

最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各ONUと収容局の間をそれぞれ1本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、

最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電気的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項17】 請求項16に記載の波長多重ネットワークにおいて、

中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ4本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、

また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波

器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していることを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 1 8】 3 階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、

最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードを有し、それらが 2 本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、

中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ 4 本の光ファイバによって結ばれ、

最も下位のネットワークは、光サービスユニット (ONU) からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各 ONU と収容局の間をそれぞれ 1 本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、

最上位のネットワークに属するセンターノードと各 ONU がそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電気的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 に記載の波長多重ネットワークにおいて、

中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ 4 本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、

また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していることを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の異なる波長の光信号を多重化して伝送する波長多重光ネットワークに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 2 5 に、従来の波長多重光ネットワークの構成例を示す。図 2 5 に示すネットワークは、2 つあるいは 3 つの階層化したリング構造を持つ。ここでは、図 2 5 に示すネットワークをネットワーク (1) 11、ネットワーク (2) 12、ネットワーク (3) 13、ネットワーク (4) 14、およびネットワーク (5) 15 に分割して説明する。リング構造をもつネットワーク (1) 11 は最も上位に位置し、少なくともひとつのセンターノード 21 と 2 つ以上 (図 1 では 3 台) のリモートノード 22, 23, 24 を有する。ネットワーク (2) 12 は、ネットワーク (1) 11 のリモートノードのひとつであるノード (# 4) 24 を含むリングネットワークであり、ネットワーク (1) 11 の下位に位置する。ネットワーク (3) 13 は、ネットワーク (2) 12 のひとつのノード (# 4 1) 25 を中心としたツリー状の構造をしており、ネットワーク (2) 12 の下位に位置する。一方、ネットワーク (4) 14 は、ネットワーク (1) 11 のリモートノードのひとつであるノード (# 3) 23 を中心としたリング型のネットワークであり、ネットワーク (1) 11 の下位に位置している。ネットワーク (5) 15 は、ネットワーク (4) 14 の複数のノード 23, 26, 27, 28 のうちのひとつのノードであるノード 27 を中心としたツリー状の構造をしており、ネットワーク (4) 14 の下位に位置すると考えることができる。各家庭あるいは事業所等の各加入者となる ONU (Optical Network Unit ; 光サービスユニット ; 光網終端装置) 51 ~ 56 は、ネットワーク (3) あるいはネットワーク (5) に収容されている。

【0 0 0 3】

また図 2 5 において、ネットワーク (1) 11、ネットワーク (2) 12、およびネットワーク (4) 14 の各ノード間は、複数の光ファイバからなる光ファイバ伝送路 60, 60, … によって接続されている。ネットワーク (3) 13 およびネットワーク (5) 15 におけるノードと各 ONU との間は、単一の光ファイバからなる光ファイバ伝送路 70, 70, … によって接続されている。また、各ノード 25 ~ 28 には、それぞれ光信号から電気信号に変換した伝送信号を電氣的に処理する電氣的処理装置が設けられている。

【0 0 0 4】

ネットワーク（３）１３あるいはネットワーク（５）１５に位置する加入者からのトラフィックが例えば、１．５Ｍｂ／ｓであるとする。加入者からのトラフィックは、加入者局（ノード２５あるいはノード２７）において集約され、より高速の伝送速度、例えば５２Ｍｂ／ｓでネットワーク（２）１２に含まれるノード（＃４）２４あるいはネットワーク（１）１１のリモートノード（＃３）２３に送り出される。ここで、ノード（＃４１）２５あるいはノード２７においては、ネットワーク（２）１２あるいはネットワーク（４）１４に含まれるほかのノードから送られたトラフィックとこの加入者から集約したトラフィックをあわせて、さらに高速の伝送速度に変換してネットワーク（２）１２あるいはネットワーク（４）１４に含まれる次のノードへと伝送される。ネットワーク（１）１１に含まれる各ノードにおいても伝送速度変換等の処理が行われる。すなわち、各ノードにおいて電氣的処理が行われる。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

図２５に示すような従来の光ネットワークにおいては、例えば、各ユーザー向けに１５０Ｍｂ／ｓあるいは１Ｇｂ／ｓ程度の新たな高速アクセスサービスを開始する場合、ネットワーク（３）１３あるいはネットワーク（５）１５に属するユーザー数が数人である場合も当初から、各ノードにトラフィック集約のための電氣的処理を行う伝送装置を導入する必要がある。したがって、初期投資が大きくなる。さらに、地域によっては、各ノードあたりにユーザー数が少ない場合も考えられ、投資効率の観点から問題が生じる。

【０００６】

そこで、本発明は、より簡易な構成で大容量光アクセスサービスを行うことができる波長多重光ネットワークを提供することを目的とするものであって、より具体的な一つの目的は、ＯＮＵを用いた大容量光アクセスサービスを行う際に初期投資を削減することができる波長多重光ネットワークを提供することである。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項１記載の発明は、少なくとも２つの階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークは、少

なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが2本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、階層化した構造が3階層以上である場合に、最も下位のネットワークを除く中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する各ノード又は局舎間がそれぞれ2本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、1又は複数の光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各ONUと収容局の間をそれぞれ1本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎又はノードにおいては、電気的処理を行わず光信号のまま増幅と分岐又はルーティングを行うことを特徴とする。

【0008】

請求項2の発明は、請求項1記載のネットワークのうち最上位とその直下位のネットワークがリングである2重リング構造であり、直下位のリングネットワークに属するノードがただひとつ又は複数であり、その直下位のリングネットワークに属するノードが収容局となっていることを特徴とする。請求項3の発明は、請求項2記載のネットワークのうち、ONUからの光信号が集約される収容局には、光増幅器、光スイッチ、光合分波器を用いて上位局との間で波長多重信号を送受し、収容局より上位に位置するノード又は局舎においては、光増幅器と受動光部品を用いて最上位のネットワークに属するセンターノードとONUとの間の通信を行うことを特徴とする。請求項4の発明は、請求項3記載のネットワークのうち、ONUからの光信号を集約する収容局より上位に位置する局舎またはノードにおかれる受動光部品が光カップラーであることを特徴とする。請求項5の発明は、請求項3記載のネットワークのうち、ONUからの光信号を集約する電話局以外の局舎又はノードにおかれる受動光部品が光サーキュレータであることを特徴とする。

【0009】

請求項6の発明は、少なくとも2つの階層化した構造を持つ光ネットワークに

において、最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが2本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、ONUと収容局の間をそれぞれ1本の光ファイバで直接結ぶネットワークであり、その直上位のネットワークは少なくともひとつの前記収容局が2本のファイバで接続されたりリモートノードをセンターノードとするリング構成で、各収容局からのトラフィックはそのセンターノードによって集約され、センターノードによってさらに上位のネットワークと接続されており、その収容局が含まれるリングネットワークに属するリモートノード（センターノード）と各ONUとの間は、それぞれ波長が異なる光信号を用いて互いに通信を行い、リモートノードとONUの間に位置する収容局においては、前記光信号が電気信号に変換されることなく光信号のままで増幅、ルーティングの処理が行われ、リモートノードにおいて電気信号に変換され、電氣的処理が行われ、あらかじめ割り当てられた波長で上位のネットワークへと送信されることを特徴とする。

【0010】

請求項7の発明は、請求項6記載のネットワークのうち最上位とその直下位のネットワークがリングである2重リング構造であり、その直下位のリングネットワークに属するノードが収容局となっていることを特徴とする。請求項8の発明は、請求項7記載のネットワークのうち、ONUからの光信号が集約される収容局においては、光増幅器、光スイッチ、光合分波器を用いて収容局からのトラフィックを集約するリモートノードとの間で波長多重信号を送受し、リモートノードにおいては各収容局又は上位ネットワークに属するノードからの波長多重信号をそれぞれ波長ごとに等化・識別・再生し、あらかじめ定められた波長に変換して上位ノード又は収容局に送り出し、その上位ネットワークから波長多重信号を取り出す手段と上位ネットワークに波長多重信号を送り出す手段として、受動光部品を用いることを特徴とする。請求項9の発明は、請求項8記載のネットワークのうち、収容局からのトラフィックを集約するリモートノードにおいて受動光部品として光カップラーを用いることを特徴とする。請求項10の発明は、請求項

8記載のネットワークのうち、収容局からのトラフィックを集約するリモートノードにおいて受動光部品として光サーキュレータを用いることを特徴とする。請求項11の発明は、請求項1又は請求項6記載の波長多重光ネットワークにおいて、ONUと収容局との間を無線通信を用いて2重化を行ったことを特徴とする。請求項12の発明は、請求項1又は請求項6記載の波長多重光ネットワークにおいて、収容局におかれた光合分波器を収容局ではなく引き落とし点に配置したことを特徴とする。請求項13の発明は、請求項12記載の波長多重光ネットワークにおいて、ONUと収容局との間を無線通信を用いて2重化を行ったことを特徴とする。

【0011】

請求項14記載の発明は、請求項2に記載の波長多重ネットワークにおいて、収容局が含まれる下位のリングネットワークとその上位のリングネットワークとの両方に属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ2本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していることを特徴とする。請求項15記載の発明は、請求項14に記載の波長多重ネットワークにおいて、リングネットワーク内で用いられる2本の光ファイバのそれぞれを伝搬する波長多重信号がすべて双方向となり、ノード内および収容局では双方向光増幅器を用いることを特徴とする。請求項16記載の発明は、3階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが4本の光ファイバ、によって結ばれたリングネットワークであり、中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ4本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各ONUと収容局の間をそれぞれ1本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路

を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電氣的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 1 7 記載の発明は、請求項 1 6 に記載の波長多重ネットワークにおいて、中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ 4 本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU 自身が波長分波機能を有していることを特徴とする。請求項 1 8 記載の発明は、3 階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードを有し、それらが 2 本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ 4 本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、光サービスユニット (ONU) からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各 ONU と収容局の間をそれぞれ 1 本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワークに属するセンターノードと各 ONU がそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電氣的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うことを特徴とする。請求項 1 9 記載の発明は、請求項 1 8 に記載の波長多重ネットワークにおいて、中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ 4 本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU 自身が波長分波機能を有していることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、トラフィックの最終的な集約先であるネットワークのセンタ

ーノードとユーザーとの間をある波長を持つ光信号で直接結ぶことが可能となる。そのとき途中に介在するノードにおいては、電氣的処理を行わない。すなわち、各ユーザーとセンタノードはそれぞれ波長の異なる光信号で直接結ばれる。その場合、ユーザーからのトラフィックを集約し、地域ネットワーク内のほかのユーザーへの通信あるいは、コアネットワークへのトラフィックへの振り分け等の電氣的処理はセンターノードのみで行う。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、発明による波長多重光ネットワークの実施の形態について説明する。

【 0 0 1 5 】

〔実施形態－１〕

図１は、本実施形態および以下で述べる実施形態における波長多重光ネットワークの全体構成を示すブロック図である。図１において、図２５と同一の構成には同一の参照符号をつけている。また、本発明による構成を採用した図２５に示すものに対応する構成には図２５に示す参照符号の末尾に英字“a”を追加した参照符号をつけている。

【 0 0 1 6 】

図１および図２を参照して実施形態１について説明する。図２は、本実施の形態における図１に示すネットワーク（１）１１a、ネットワーク（２）１２aおよびネットワーク（３）１３aの構成を示すブロック図である。本実施形態は、２ファイバ双方向リング構成を用いる場合である。すなわち、ネットワーク（１）１１a、ネットワーク（２）１２a等の各ネットワークを構成する各ノード間が互いに光信号の伝送方向の異なる１対の光ファイバで接続されている。例えば、ネットワーク（１）１１aでは、各ノード間が互いに光信号の伝送方向の異なる光ファイバ（１）６２および光ファイバ（２）６１と、光ファイバ（１）６４および光ファイバ（２）６３で接続されている。ネットワーク（２）１２aでは、各ノード間が互いに光信号の伝送方向の異なる光ファイバ６５および６６と光ファイバ６７および６８で接続されている。

【 0 0 1 7 】

図 2 に示す例では、センターノード 21a を有するネットワーク (1) 11a に属するノード 24a から直線状のファイバ 65, 66, 67, 68 等の光信号伝送回路によって、ONU 51, 52, 53 までが結ばれている。図 2 において、実線で示された曲線が現用として用いるファイバ (光ファイバ 61, 62, 67, 68 等) を表し、点線で示したのが予備となるファイバ (光ファイバ 63, 64, 65, 66 等) を表している。本実施の形態および以下で述べる実施の形態における光ネットワークの特徴は、図 1 に示すように、最も上位のリングネットワーク (ネットワーク (1) 11a) に属するセンターノード (21a) 以外のノードあるいは収容局 (局舎) においては、主信号に対する電氣的処理すなわちトラフィック集約に伴う伝送速度変換等の処理を一切行わない点である。

【 0 0 1 8 】

以下にその詳細について説明する。ここで、図 1 および図 2 に示すセンターノード 21a の構成を図 4 ～図 6 を参照して説明する。なお、図 4 ～図 6 では、各信号線のうち、光信号を伝送する信号線を太線で、そして、電気信号を伝送する信号線を細線で示している。

【 0 0 1 9 】

図 4 に示す構成例では、図 2 に示すセンターノード 21a が、リモートノード 22a から光ファイバ (2) 61 を介して入力される $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$ 波長の n 個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に n 本の光信号に分波する光分波器 201 と、リモートノード 24a から光ファイバ (1) 64 を介して入力される $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$ 波長の n 個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に n 本の光信号に分波する光分波器 202 と、光分波器 201 および光分波器 202 で分波された各 n 本の光信号を電気信号に変換する各 n 個の光受光器 221_{n+1} ～ 221_{2n} および光受光器 222_{n+1} ～ 222_{2n} と、光受光器 221_{n+1} ～ 221_{2n} または光受光器 222_{n+1} ～ 222_{2n} の出力いずれか一方を選択して出力する n 個のセレクター 231₁ ～ 231_n と、セレクター 231₁ ～ 231_n の出力電気信号を入力して所定の電氣的処理を行うとともに、2 組の n 個の電気信号を発生して出力する電氣的処理部 241 と、電氣的処理部 241 の出力電気信号を n 個の異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換する各 n 個の光送信器 251₁ ～ 251_n

n および光送信器252₁～252 _{n} と、光送信器251₁～251 _{n} の出力光信号を合波して光ファイバ（1）62へ出力する光合波器211と、光送信器252₁～252 _{n} の出力光信号を合波して光ファイバ（2）64へ出力する光合波器212とから構成されている。

【0020】

図5に示す構成例では、図2に示すセンタノード21aが、図4に示すものと同一の構成要素であるリモートノード22aから光ファイバ（2）61を介して入力される $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$ 波長の n 個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に n 本の光信号に分波する光分波器201と、リモートノード24aから光ファイバ（1）64を介して入力される $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$ 波長の n 個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に n 本の光信号に分波する光分波器202と、光分波器201および光分波器202から出力された各 n 本の光信号のいずれか一方を選択して出力する n 個の光スイッチ261 _{$n+1$ ～2 n} と、光スイッチ261 _{$n+1$ ～2 n} から出力された光信号を電気信号に変換する n 個の光受光器271 _{$n+1$ ～271 $_{2n}$} と、光受光器271 _{$n+1$ ～271 $_{2n}$} の出力電気信号を入力して所定の電氣的処理を行うとともに、2組の n 個の電気信号を発生して出力する電氣的処理部241と、電氣的処理部241の出力電気信号を n 個の異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換する各 n 個の光送信器251₁～251 _{n} および光送信器252₁～252 _{n} と、光送信器251₁～251 _{n} の出力光信号を合波して光ファイバ（1）62へ出力する光合波器211と、光送信器252₁～252 _{n} の出力光信号を合波して光ファイバ（2）64へ出力する光合波器212とから構成されている。

【0021】

図6に示す構成例では、図2に示すセンタノード21aが、図5に示すものと同一の構成要素であるリモートノード22aから光ファイバ（2）61を介して入力される $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$ 波長の n 個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に n 本の光信号に分波する光分波器201と、リモートノード24aから光ファイバ（1）64を介して入力される $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$ 波長の n 個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に n 本の光信号に分波する光分波器202と、光分波器201および光分波器202から出力された各 n 本の光信号のいずれか一方を選択して出力する n 個の光スイッチ261 _{$n+1$ ～2 n} と、光スイッチ261 _{$n+1$ ～2 n} から出力された光信号を電気信号

に変換する n 個の光受光器271_{n+1}～271_{2n}と、光受光器271_{n+1}～271_{2n}の出力電気信号を入力して所定の電氣的処理を行うとともに、1組の n 個の電気信号を発生して出力する電氣的処理部241aと、電氣的処理部241aの出力電気信号を n 個の異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換する n 個の光送信器281₁～281_nと、光送信器281₁～281_nの出力光信号を2分岐する n 個の光分岐器291₁～291_nと、光分岐器291₁～291_nから出力された n 本の光信号を合波して光ファイバ（1）62へ出力する光合波器211と、光分岐器291₁～291_nから出力された n 本の光信号を合波して光ファイバ（2）64へ出力する光合波器212とから構成されている。

【0022】

図4～図6のいずれかに示すように構成されたセンタノード21aは、例えばリモートノード22aに伝送したい電氣的な主信号を2つに分岐し、その2つの主信号を用いて、波長 λ_1 の発信周波数を持つ2つの光源（光送信器251₁および252₁）をそれぞれ変調し、または1つの光源（光送信器281₁）を変調しそれを光分岐器291₁で分岐し、その一方を光ファイバ（1）62に、他方を光ファイバ（2）63に入射する。同様に、リモートノード23aに伝送したい電氣的な主信号を用いて、波長 λ_2 の発信周波数を持つ光源を変調して1組の光信号を発生し、その一方を光ファイバ（1）62に、他方を光ファイバ（2）63に波長 λ_1 の光信号と合波して、それぞれ入射する。以下同様にして、 N 波の波長多重信号が、2本の光ファイバに入射される。本ネットワークにおいては、センタノード21aと各ONU51～53とを結ぶ光経路に対し、2波を割り当てる。すなわち、センタノード21aからあるONUに対して通信を行う場合に1波長を割り当て、ONUからセンタノードへ通信を行う場合に1波長を割り当てる。したがって、ここで言う地域ネットワーク内のONUの総数が100個である場合、用いる波長数は200波となる。

【0023】

そして、センタノード21aから送出する波長多重信号の一方は、例えば反時計周りに、他方はその逆の方向に伝送される。すなわち、ファイバ（1）62,64においては反時計周りに、ファイバ（2）61,63はその逆方向である時計周りに、

センターノード21aから各リモートノード22a,23a,24aへ向け波長多重信号が伝送される。したがって、図2に示すように、各リモートノードでは、2本の光ファイバからそれぞれ波長多重信号が入射する。

【0024】

ネットワーク(1)11aに属するリモートノード24aには、光ファイバ(1)または光ファイバ(2)を用いて入出力される光信号を増幅する光増幅器101,103,102,104と、ネットワーク(2)12aを構成する光ファイバ65もしくは68からの入力光を光ファイバ(1)または光ファイバ(2)を伝送される光信号に結合するかまたは光ファイバ64もしくは67への出力光を分光して出力する光カップラー(または、光サーキュレータ)105,106のみを配置する。また、収容局となるリモートノード25aにはファイバ断等に対処するための光スイッチ114と光合分波器であるAWG(Arrayed Waveguide Grating)115と光増幅器111,111,111,111と光分岐113のみが配置される。ここで、AWGを用いたときの波長と入出力ポートの関係の一例を図13および図14(表1)に示す。例えば、ポート1から入射されたWDM(Wavelength Division Multiplex)信号のうち、波長 λ_1 の信号はポート1より出力し、逆に出力側ポート1より波長 λ_{10} の信号が入射すると、入射側ポート7より出力される。したがって、AWGを用いることにより波長多重信号の分波と合波が同じに可能となる。ここで、 $\lambda_1 \sim \lambda_{15}$ は、波長順に並んだ異なる光波長を表している。

【0025】

センターノード21aはネットワーク内のONUに向けて、常にファイバ(1)62とファイバ(2)63の両方の信号を送出している。したがって、例えば収容局25aの光スイッチ114には、2つの経路を伝送されてきた同じ信号が入射していることとなる。図2に示した光スイッチ114は現用ファイバ67を伝播してきた主信号を選択するよう設定されている。光スイッチ114によって、現用ファイバ67からの光信号のみが選択され、光合分波器115に入射される。光合分波器115には、センターノード21aからすべてのONU51,52,53に向けて送出された例えば100波の光信号のすべてが入射し、光合分波器115によって対応した波長のみが選択されて対応するONU51,52,53にそれぞれ送られる。

【 0 0 2 6 】

また、各 ONU51,52,53からセンターノード21aへ向けて送出される光信号には、センターノード21aで送信用に用いられていない波長を用いる。各 ONU51,52,53からの信号は光合分波器115によって合波され、続いて光カップラー等の光分岐113を用いて実線と点線で示された両方の光伝送線路に結合され、それぞれ光増幅器111,111で増幅された後、リモートノード24aへと送出される。リモートノード24aでは電氣的処理を行わないため、ONU51,52,53からの信号は、センターノード21aにおいて通常はファイバ（1）64とファイバ（2）61の2経路から受信される。センターノード21aでは各 ONU51,52,53,・・・から送られてきた信号と自分自身が送出した信号の両方を受信し、ONUからの信号のみを分波器（図4～図6の201,202）によって取り出す。光分波器（201,202）によって分波された各 ONUからの信号はそれぞれ光受信器（OR）によって電氣信号に変換される。変換された電氣信号は例えばセレクタによって現用ファイバに対応した電氣信号が選択され、電氣的処理が行われ、自ネットワーク内へと、より上位のネットワークへ送出される信号に振り分けられる。すなわち収容局およびリモートノードでは電氣的な処理を一切行わない。

【 0 0 2 7 】

次に、図2示すネットワーク（1）11aに示した位置AA'においてファイバ断が発生した場合の動作について説明する。センターノード21aはネットワーク内のONUに向けて、常にファイバ（1）62とファイバ（2）63の両方の信号を送出している。したがって、ネットワーク（2）12aに属する収容局25aの光スイッチ114には、2つの経路を伝送されてきた同じ信号が入射していることとなる。図2に示した光スイッチ114は現用ファイバ67を伝播してきた主信号を選択するように設定されているが、AA'においてファイバ断が発生したとき入射信号断を感知し、光スイッチ114が点線で示された予備のファイバ66を伝播してきた信号を選択される方向に自動的にスイッチされる。一方、ONU51,52,53からセンターノード21aへ送り出される信号は、光分岐113によって、常に現用と予備の2経路68,65へ送出される。リモートノード24aでは電氣的処理を行わないため、ONU51,52,53からの信号は、センターノード21aにおいて通常は2経路61,64から受信され

る。ファイバ断が発生した場合、セレクトタにより現用に対応していた信号は予備のファイバ64に対応した信号を受信するようスイッチされる。

【 0 0 2 8 】

また、ファイバ（1）を伝搬する信号に対して下流に位置するリモートノード（例えば鎖線で示すノード30aのようリモートノード）に属した収容局がある場合は、同様に光スイッチを現用から予備に対応した位置に切りかえる。そして、点線で示された予備経路を用いて通信を行う。ファイバ1を伝搬する信号に対して上流に位置するリモートノード22aに属した収容局がある場合は、光スイッチの切り替えは行わず、現状どおりの経路で通信が行われる。センターノード21aにおいては、波長ごとに信号入力がある方向をセレクトタで選択し通信が行われる。

【 0 0 2 9 】

次に、図2に示したネットワーク（2）12aのBB'の位置でファイバ断が発生した場合について説明する。リモートノード24aに接続される収容局25aにおいては、光スイッチ114が点線で示される方向に切り換えられる。それ以外の収容局におかれた光スイッチは信号が現状どおり入射するため、切り替えは生じない。センターノード21aにおいては、波長ごとに信号入力がある方向をセレクトタで選択し通信が行われる。

【 0 0 3 0 】

以上述べたように、ファイバ断が発生した場合も含めて、センターノード21aとONU51,52,53以外では主信号の電氣的処理は行わない。

【 0 0 3 1 】

〔実施形態－2〕

2重リング構成における実施形態を図3に示す。図2と本実施形態との違いは、リモートノードに接続される収容局が複数であり、それらがリング状に接続されていることと、特に、リモートノード23aを含むリングネットワーク（4）14aに属するONU54,55,56に割り当てられた波長の光信号が、そのリングネットワーク内で周回しないよう光のバンドパスフィルタを有している点である。すなわち、リモートノード23a内の光カップラー105の入出力端に、リモートノード23a

からセンターノード21aへの送信に割り当てられた波長のみを透過する光バンドパスフィルタ301と、センターノード21aからリモートノード23aへの送信に割り当てられた波長のみを透過する光バンドパスフィルタ302とをそれぞれ配置するとともに、光カップラ106の入出力端に、光バンドパスフィルタ301と光フィルタバンドパス302とをそれぞれ配置することである。その構成およびAA'においてファイバ断が発生した場合の収容局における光スイッチ動作は実施形態1と同様である。また、センターノード21aの構成は図4～図6に示されるとおりである。なお、リモートノード23aは、図2に示すリモートノード24aの内部構成と同様の構成要素によって構成されている。また、収容局(2)27aとして示すように、各収容局(1)26a～(3)28a内の増幅器111,111,111,111は、リモートノード23aと同様にして、光ファイバ伝送路がリング状となるように配置されている。

【0032】

次に、BB'においてファイバ断となった場合のネットワークの動作について説明する。収容局(3)28aにおいては実線で示された現用ファイバを用いて通信が可能であるため光スイッチの切り替えは生じない。また、センターノード21aにおいても収容局(3)28aに割り当てられた波長に対応したセレクトの切り替えも生じない。一方、収容局(3)28aより下流に位置する収容局(2)27aおよび収容局(1)26aにおいては、現用ファイバからの光信号が断となるため、光スイッチ114が点線で示された予備のファイバへと切り替わる。ONU54,55,56からの信号は、予備のファイバを通過してリモートノード23aへ伝送され、さらにセンターノード21aへと伝送される。センターノード21aにおいては、セレクトによって予備用ファイバからの信号に対応した信号が選択される。リモートノード22aあるいはリモートノード24aに対応した収容局に対しては影響ない。

【0033】

このネットワークにおいても、ファイバ断が発生した場合も含めて、センターノードとONU以外では主信号の電氣的処理は行わない。

【0034】

[実施形態-3]

図 7 に 2 ファイバ単方向リングに対する実施形態を示す。この特長は、センターノード 21a からリモートノード 24b (図 2 のリモートノード 24a に対応) への主信号の伝搬方向と、リモートノード 24b からセンターノード 21a への主信号の伝搬方向が同じである点である。このときの、リモートノード 24b の構成および収容局 25a の構成を図中に示す。リモートノード 24b に置かれた同一の光カップラー 105b に収容局 25a からの上り信号と下り信号が接続されている点が図 2 と異なる。光カップラー 105b には光ファイバ 67b および 68b (図 2 の光ファイバ 67 および 68 に対応) が接続され、光カップラー 106b には光ファイバ 66b および 69b (図 2 の光ファイバ 65 および 66 に対応) が接続されている。ここで、センターノード 21a を含むネットワーク (1) 11b が、図 2 のネットワーク (1) 11a に対応する 2 ファイバ単方向リングである。

【 0 0 3 5 】

AA' において、光ケーブルが破断した場合の動作について説明する。リモートノード 22b, 23b (図 2 のリモートノード 22a, 23a に対応) の下位に接続される収容局においては、ファイバ (1) 62 から主信号の受信が可能である。したがって、それらの収容局に配置された光スイッチの予備ファイバへの切り替えは行われない。収容局からセンターノード 21a への送信の際はカップラー等の光分岐回路によって 2 分割された信号のうち予備ファイバである光ファイバ (2) 61 によってセンターノード 21a へと接続される。センターノード 21a ではセレクトタによってファイバ (2) 61 から受信した信号が選択される。一方、リモートノード 24b の下位に接続されている収容局 25a においては、主信号断となるので、光スイッチ 114 が予備系に切り替わる。収容局 25a からセンターノード 21a への送信については、分岐された光合分波器 115 の出力のうち、ファイバ (1) 64 に接続された信号のみが図中反時計まわりにファイバ (1) 64 を伝搬してセンターノード 21a へ送られる。センターノード 21a ではもともとファイバ (1) 64 より受信した信号が選択されているので、セレクトタによる選択信号の変更は行われない。すなわち、この 2 ファイバ単方向リングネットワークは AA' においてケーブル断となった場合は、双方向リングと同様の伝送経路となる。

【 0 0 3 6 】

次に、BB'においてケーブル断が起こった場合について説明する。リモートノード24bに接続された収容局25aにおいては、ケーブル断とともに光スイッチ114が予備系に切り替わる。収容局25aからリモートノード24bへの信号が点線で示されたファイバ65b,66bを伝送され、リモートノード24bで予備系のファイバ(2)61,63に接続され、時計周りにファイバ(2)61,63を伝送される。センターノード21aではセレクトタによってファイバ(2)61より受信した信号が選択される。リモートノード22bおよびリモートノード23bに接続された収容局においては、切り替えは生じず、センターノード21aにおいてもセレクトタによる選択信号の変更は行われない。

【0037】

このネットワークにおいても、ファイバ断が発生した場合も含めて、センターノードとONU以外では主信号の電気的処理は行わない。

【0038】

〔実施形態－4〕

図8にセンターノード21aを含むネットワーク(1)11b(図3のネットワーク(1)11aに対応)が2ファイバ単方向リングであり、その下位(ネットワーク(4)14b(図3のネットワーク(4)14aに対応))もリング構成である場合について示す。図7のリモートノード24bと同様にリモートノード23b(リモートノード23aに対応)に置かれた同一の光カップラー105bに収容局からの上り信号と下り信号が接続されている点が図3と異なる。また図7との大きな違いはリモートノード23bを含むリングネットワーク(4)14bの中のONU54,55,56に割り当てられた波長の光信号が、そのリングネットワーク内で周回しないよう、光カップラー105bおよび光カップラー106bの入出力端にそれぞれ、リモートノード23bからセンターノード21aへの送信に割り当てられた波長のみを透過する光フィルタ301と、センターノード21aからリモートノード23bへの送信に割り当てられた波長のみを透過する光フィルタ302とを有している点である。今までと同様、通常は実線で示された現用ファイバからの信号を選択するよう収容局の光スイッチおよびセンターノードのセレクトタが設定されている。

【0039】

AA'において、光ケーブルが破断した場合の動作について説明する。リモートノード22bの下位に接続される収容局においては、ファイバ（１）62より主信号の受信が可能である。したがって、リモートノード22bの下位の収容局に配置された光スイッチの予備ファイバへの切り替えは行われず。収容局からセンターノード21aへの送信はカップラー等の光分岐回路によって２分割された信号のうち予備ファイバである光ファイバ（２）61によって反時計周りにセンターノード21aへと伝送される。センターノード21aではセレクトタによってファイバ（２）61より受信した信号が選択される。一方、リモートノード23bおよびリモートノード24bの下位に接続されている収容局においては、主信号断となるので、光スイッチが予備系に切り替わる。収容局からセンターノードへの送信については、分岐された光合分波器の出力のうち、ファイバ（１）64に接続された信号のみが図中反時計まわりにファイバ（１）64を伝搬してセンターノード21aへ送られる。センターノード21aではもともとファイバ（１）64より受信した信号が選択されているので、セレクトタによる選択信号の変更は行われず。すなわち、この２ファイバ単方向リングネットワークはAA'においてケーブル断となった場合は、双方向リングと同様の伝送経路となる。

【 0 0 4 0 】

次に、BB'においてケーブル断が起こった場合について説明する。リモートノード23bに接続された収容局（３）28aは主信号断となることはないので、光スイッチの切り替えは生じない。センターノード21aへの通信は現用ファイバがそのまま使用されるので、センターノード21aの受信部のセレクトタによる選択信号の変更は行われず。一方、収容局（２）27aおよび収容局（１）26aにおいては、主信号断となるため、ケーブル断とともに光スイッチ114が予備系に切り替わり、予備用ファイバからの光信号を受信する。収容局26a,27aからリモートノード23bへの信号は点線で示されたファイバを伝送され、リモートノード23bで光カップラー106bを介して予備系のファイバ（２）61,63に接続され、時計周りにファイバ（２）61,63を伝送される。センターノード21aではセレクトタによってファイバ（２）61より受信した信号が選択される。リモートノード22bおよびリモートノード24bに接続された収容局においては、切り替えは生じず、センターノード21aに

においてもセレクタによる選択信号の変更は行われない。

【 0 0 4 1 】

このネットワークにおいても、ファイバ断が発生した場合も含めて、センターノードとONU以外では主信号の電氣的処理は行わない。

【 0 0 4 2 】

〔実施形態－5〕

図2のリモートノード24aに対応するリモートノード24cにおいて、トランスポンダ121,121,121,121を用いて光電変換を行う場合の実施形態を図9に示す。リモートノード24cにおいては、下位に属するONU51,52,53に対応した波長のみをトランスポンダ121,121,121,121内の光分波器によって分波し、波長ごとに受信し、等化・識別・再生を行って適当な波長を用いて再び送信を行う。また、収容局25aからの送信信号に対しても同様の処理を行い、あらかじめ割り当てられた波長に変換してセンターノード21aへ送出する。光信号の合分波は、AWG等の光合分波器で実現可能である。

【 0 0 4 3 】

なお、図9に示す例では、センターノード21aおよびリモートノード24cを含むリングネットワーク内にリモートノード24cと同様に構成されているリモートノード26c,27cが含まれている。また、センターノード21aを含む上位のリングネットワーク内には、センターノード71と、複数のリモートノード72,72,...が含まれている。

【 0 0 4 4 】

〔実施形態－6〕

図3のリモートノード23aに対応するリモートノード23cにおいて、トランスポンダ121,121,121,121を用いて光電変換を行う場合のもうひとつの実施形態を図10に示す。収容局27aがリング状である以外は図9と同様である。

【 0 0 4 5 】

なお、図10に示す例では、センターノード21aおよびリモートノード23cを含むリングネットワーク内にリモートノード23cと同様に構成されているリモートノード22c,23cが含まれている。また、センターノード21aを含む上位のリングネ

ットワーク内には、センターノード71と、複数のリモートノード72,72,...が含まれている。

【0046】

〔実施形態－7〕

図2の収容局25aに対応する収容局25cとONU51,52,53の間の通信手段を無線通信（無線送受信器130,131,132,133）を用いて2重化を図った実施形態を図11に示す。無線によって2重化を図ることで、ONU51,52,53とセンターノード21aを結ぶすべての経路の2重化が安価に実現できる。本図は、2ファイバ単方向リングのみについて示してあるが、本発明の実施形態として述べるすべてのネットワーク構成に適用できる。

【0047】

〔実施形態－8〕

図12に光合分波器115aを収容局25d（図2の収容局25aに対応）でなくユーザー近傍の引き落とし点29に配置した場合の実施形態を示す。本実施形態は、収容局25dから上位のネットワーク構成としては、上記実施形態で述べるすべてのものに適用できる。光合分波器をONUにより近い位置に置くことによって、線路敷設費用の節減が可能となる。

【0048】

〔実施形態－9〕

図15～図17に、収容局が含まれる下位のリングネットワークとその上位のリングネットワークとの両方に属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ2本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していて、かつ、リングネットワーク内で用いられる2本の光ファイバのそれぞれを伝搬する波長多重信号がすべて双方向となり、ノード内および収容局では双方向光増幅器を用いることを特徴とする実施形態を示す（請求項14，15に対応）。本図は、センターノード21bが属する上位のリングネットワークにおいて、センターノード21bからリモートノード1504へ情報を伝達する光信号の伝搬方向と、リモート

ノード1504からセンターノード21bへ情報を伝達する光信号の伝搬方向とが逆の場合、すなわち双方向リングの場合について示す。図15～図17では、図15に現用ファイバ1501,1503,1511,1513,1514,1516,1522,1524について、図16に予備のファイバ1601,1603,1611,1613,1614,1616,1622,1624について示してある。まず、現用ファイバ1501,1503,1511,1513,1514,1516,1522,1524における信号の伝搬について説明する。センターノード21bからリモートノード1504へ信号は反時計周りに伝搬し、リモートノード1504に設置されたファイバカップラー1505により分岐され、収容局1517が属する下位のリングネットワークへと伝搬する。図17に示される収容局1517においては受信した波長多重信号をファイバカップラー1518にて分岐し受信する。ここで、その光カップラー1518の一方は無反射終端1520を行う。収容局1517で分岐された波長多重信号はサーキュレータ1701によって光スイッチ1702へと導かれ、さらにもう一つの光サーキュレータ1705によりスターカップラー1701へと導かれ、そのスターカップラー1701により各ONU1706,1707,1708へと分配される。各ONU1706,1707,1708は自分に割り当てられた波長のみを分波し受信する。本実施形態は、ONU1706,1707,1708が分波機能を有しており、収容局1517あるいはリモートのノード1504にはAWG等の波長選択性を有する分波器をもたず、ONU1706,1707,1708自身は波長分波機能を有していることが大きな特徴である。

【0049】

ここで光サーキュレータ1706,1707,1708は、ポート①より入射した光信号はポート②より出力し、ポート②より入射した光信号はポート③より出力し、さらにポート③より入射した光信号はポート①より出力する光回路である。

【0050】

ONU1706,1707,1708からセンターノード21bへの送信を行う場合はONU1706,1707,1708はあらかじめ定められた波長を用いる点はこれまでの実施形態と同様である。ONU1706,1707,1708から送信された信号はスターカップラー1701で集約されたのち、光サーキュレータ1705、光分岐1704、さらにもう一つの光サーキュレータ1701によって、受信信号を受信した光ファイバに対して受信信号とは逆方向に送出される。

【 0 0 5 1 】

ここで、本実施形態のもう一つの大きな特徴は、収容局1517を結ぶループ状の光ファイバ1514,1516,1522,1524の一方がリモートノード1504内で光無反射終端1509,1510によって開放されていることである。これは、収容局1517が属する下位のリングネットワーク内で光信号が周回することを防ぐためである。

【 0 0 5 2 】

次に、図16に示された予備系の場合は、図15とは逆方向に信号が伝搬する。さらにリモートノード1504におけるループの開放点（光無反射終端1606,1607）の位置も逆となる。収容局1517に配置された光スイッチ1702の動作はこれまでに説明した実施形態と同様である。また、本実施形態では、収容局の構成例として光サーキュレータを用いた場合について示したが、光カップラーを用いてもよい。

【 0 0 5 3 】

なお、図15～図17において、符号1505,1518,1605,1618は2×2光ファイバカップラーであり、符号1506,1507,1508,1519,1521および1606,1607,1608,1619,1621はそれぞれ双方向光増幅器であり、符号1502,1512はリモートノードであり、符号1515,1523は収容局であり、そして、符号1620は光無反射終端である。また、実線矢印がセンターノードからONUへ向けて伝送される光信号の方向を示し、波線の矢印がONUからセンターノードへ向けて伝送される光信号の方向を示している。

【 0 0 5 4 】

また本実施形態に対応したセンターノード21bの構成例を図18に示す。図18に示すセンターノード21bの構成において、図4に示すセンターノード21aの構成と同一のものに対しては同一の符号を付けて説明を省略する。図18に示すセンターノード21bには、図15に示す現用ファイバ1501を終端する光無反射終端1801と、図16の予備ファイバ1601に接続された光サーキュレータ1802と、光サーキュレータ1802のポート②に入力を接続された光増幅器1803と、光サーキュレータ1802のポート①に出力を接続された光増幅器1804と、図16に示す予備ファイバ1613を終端する光無反射終端1805と、図15の現用ファイバ1513に接続され

た光サーキュレータ1806と、光サーキュレータ1806のポート③に入力を接続された光増幅器1807と、光サーキュレータ1802のポート①に出力を接続された光増幅器1808とが設けられている。この場合、光増幅器1803の出力は光分波器202の入力へ接続され、光増幅器1804の入力は光合波器212の出力へ接続され、光増幅器1807の出力は光分波器201の入力へ接続され、そして、光増幅器1808の入力は光合波器211の出力へ接続されている。

【 0 0 5 5 】

〔実施形態－ 1 0 〕

図 1 9 ～ 図 2 0 に、請求項 1 4 、 1 5 に対応した実施形態を示す。本図はセンターノード21cが属する上位のリングネットワークにおいて、センターノード21cからリモートノード1904へ情報を伝達する光信号の伝搬方向と、リモートノード1904からセンターノード21cへ情報を伝達する光信号の伝搬方向とが同じ場合、すなわち単方向リングの場合について示す。本図では図 1 9 に現用ファイバについて、図 2 0 に予備のファイバについて示してある。

【 0 0 5 6 】

図 1 5 ～ 図 1 7 と同様に、実線と破線の矢印を用いてセンターノード21cからリモートノード # 2 (1904) をへて収容局 2 (1507) に属する ONU へ信号が伝搬する例について示した。図 1 5 ～ 図 1 7 と異なる点は、上位のリングネットワークにおいては双方向光増幅器が不要となる点と、リモートノード1904内で光サーキュレータ1909, 2009が用いられている点である。このとき用いられるセンターノードの構成例を図 2 1 に示す。

【 0 0 5 7 】

図 1 9 および図 2 0 において、符号1905, 2005は 2 × 2 光ファイバカップラーであり、符号1907, 2007は双方向光増幅器であり、符号1906, 1908, 2006, 2008は（単方向）光増幅器であり、符号1910, 2010は光無反射終端であり、符号1906, 1908, 2006, 2008はポート①を光ファイバカップラー1905, 2005へ接続するとともに、ポート②とポート③を互いに接続した光サーキュレータである。また、図 2 1 において、センターノード21cには、光ファイバ1501に入力が接続され、光分波器202に出力が接続された光増幅器2101と、光ファイバ1601に出力が接続され、光合

波器212に inputs が接続された光増幅器2102と、光ファイバ1613に inputs が接続され、光分波器201に outputs が接続された光増幅器2103と、光ファイバ1513に outputs が接続され、光合波器211に inputs が接続された光増幅器2104とが設けられている。

【 0 0 5 8 】

〔実施形態－ 1 1 〕

図 2 2 に、3 階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークにひとつのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードを設け、それらが 4 本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ 4 本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、ONU からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各 ONU と収容局の間をそれぞれ 1 本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワークに属するセンターノードと各 ONU がそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電氣的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うとともに、中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ 4 本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU 自身が波長分波機能を有している実施形態を示す（請求項 1 6、1 7 に対応）。鎖線で囲ったブロック 2201a 内が現用となる 2 本のファイバからなる構成であり、ブロック 2201b 内が予備となる 2 本のファイバからなる構成である。収容局 2206 は 4 本の光ファイバと接続されている。収容局 2206 の構成は光カップラー 2206i を用いた場合について示したが、図 1 7 に示したように光サーキュレータを用いてもよい。本図は、現用／予備の 2 本ファイバで、ONU への信号と ONU からの信号の伝搬方向が逆方向となる双方向リングの場合について示した。本実施形態の特徴は、リモートノードにおいて収容局をリング状に接続している光ファイバの一端が開放され、そのループ内で信号の周回を防止している点と、リモートノードと収容局では波長選

択性を有する光合分波器を用いない点である。送信および受信における波長選択性はONUが具備する。

【 0 0 5 9 】

なお、図 2 2 において、符号 21d はセンターノード、2202, 2203, 2204 はリモートノード、2212a, 2213a, 2219a, 2220a は現用のリング状光ファイバ、2214a, 2215a, 2217a, 2218a は予備のリング状光ファイバ、2212b, 2213b, 2219b, 2220b は予備のリング状光ファイバ、2214b, 2215b, 2217b, 2218b は現用のリング状光ファイバ、2203a, 2203b は 2 × 2 ファイバカップラー、2203c, 2203d, 2203e, 2203f は光増幅器、2203g, 2203h, 2203i, 2203j はファイバーループの開放点となる光無反射終端、2203k, 2203l は 2 × 2 ファイバカップラー、2203m, 2203n, 2203o, 2203p は光増幅器、2203q, 2203r, 2203s, 2203t はファイバーループの開放点となる光無反射終端である。符号 2205, 2206, 2207 は収容局、2208 はスターカップラー、2209, 2210, 2211 は ONU、2212, 2213 は予備の光ファイバ、2206a, 2206b, 2206j, 2206k は 2 × 2 ファイバカップラー、2206c, 2206d, 2206e, 2206f, 2206l, 2206m, 2206n, 2206o は光増幅器、2206g は光スイッチ、2206h は光合分波器である。また、実線矢印がセンターノードから ONU へ向けて伝送される光信号の方向を示し、波線の矢印が ONU からセンターノードへ向けて伝送される光信号の方向を示している。

【 0 0 6 0 】

この実施形態におけるセンターノードの構成例を図 2 3 に示す。図 2 3 において、センターノード 21d には、光ファイバ 2215b に入力接続され、光分波器 202 に出力が接続された光増幅器 2301 と、光ファイバ 2214b に出力が接続され、光合波器 212 に入力接続された光増幅器 2302 と、光ファイバ 2212a に入力接続され、光分波器 201 に出力が接続された光増幅器 2303 と、光ファイバ 2213a に出力が接続され、光合波器 211 に入力接続された光増幅器 2304 とが設けられている。

【 0 0 6 1 】

〔実施形態－12〕

図 2 4 に、3 階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードを有し、それらが 2 本の光ファイバによって結ばれたリングネットワーク

であり、中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ4本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各ONUと収容局の間をそれぞれ1本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電氣的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行う波長多重光ネットワークであって、中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ4本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有している波長多重光ネットワークの実施形態を示す（請求項18、19に対応）。鎖線で囲ったブロック2401a内が現用となるファイバの構成であり、ブロック2401b内が予備となるファイバの構成である。各ブロック2401a,2401bにおいて示す収容局には4本の光ファイバが接続してある。収容局2406の構成は光カップラー2406iを用いた場合について示したが、図17に示したように光サーキュレータを用いてもよい。本図は、現用／予備の2本ファイバで、ONUへの信号とONUからの信号の伝搬方向が同一方向となる単方向リングの場合について示した。

【0062】

なお、図24において、符号21eはセンターノード、2402,2403,2404はリモートノード、2412a,2418a,2419aは現用のリング状光ファイバ、2414a,2217a,2220aは予備のリング状光ファイバ、2412b,2418a,2419aは予備のリング状光ファイバ、2414a,2217a,2220aは現用のリング状光ファイバ、2403a,2403bは2×2ファイバカップラー、2403b,2403c,2403g,2403hは光増幅器、2403d,2403e,2403i,2403jはファイバーループの開放点となる光無反射終端、2203k,2203lは2×2ファイバカップラーである。符号2405,2406,2407は収容局、2408はスターカップラー、2409,2410,2411はONU、2412,2413は現用の光ファイバ、2406a,2406b,2406j,2

406kは2×2ファイバカップラー、2406c,2406d,2406e,2406f,2406l,2406m,2406n,2406oは光増幅器、2406gは光スイッチ、2406hは光合分波器である。また、実線矢印がセンターノードからONUへ向けて伝送される光信号の方向を示し、波線の矢印がONUからセンターノードへ向けて伝送される光信号の方向を示している。

【0063】

上記各実施形態によれば、ONUを用いた大容量光アクセスサービスを行う初期投資削減が可能となる。また、ONU増設の際にもセンターノードのみに伝送装置の増設を行えばよく、拡張性のよいネットワークが構築できる。

【0064】

【発明の効果】

本発明によれば、最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎又はノードにおいては、電気的処理を行わず光信号のまま増幅と分岐又はルーティングを行うようにしたので、より簡易な構成で大容量光アクセスサービスを行うことができる波長多重光ネットワークを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の各実施形態における波長多重光ネットワークの全体構成を示すブロック図。

【図2】 本発明の実施形態1の構成を示すブロック図。

【図3】 本発明の実施形態2の構成を示すブロック図。

【図4】 図1および図2に示すセンターノード21aの構成例を示すブロック図。

【図5】 図1および図2に示すセンターノード21aの他の構成例を示すブロック図。

【図6】 図1および図2に示すセンターノード21aの別の構成例を示すブロック図。

【図7】 本発明の実施形態3の構成を示すブロック図。

【図8】 本発明の実施形態4の構成を示すブロック図。

- 【図 9】 本発明の実施形態 5 の構成を示すブロック図。
- 【図 1 0】 本発明の実施形態 6 の構成を示すブロック図。
- 【図 1 1】 本発明の実施形態 7 の構成を示すブロック図。
- 【図 1 2】 本発明の実施形態 8 の構成を示すブロック図。
- 【図 1 3】 各図に示す光合分波器115をAWGとして構成する場合を説明するためのブロック図。

【図 1 4】 図 1 3 に示すAWG115の波長と入出力ポートの関係の一例を示す図（表 1）。

- 【図 1 5】 本発明の実施形態 9 の構成を示すブロック図。
- 【図 1 6】 本発明の実施形態 9 の構成を示すブロック図。
- 【図 1 7】 本発明の実施形態 9 の構成を示すブロック図。
- 【図 1 8】 図 1 5 ～図 1 7 のセンターノード21bの構成を示すブロック図

- 。
- 【図 1 9】 本発明の実施形態 1 0 の構成を示すブロック図。
- 【図 2 0】 本発明の実施形態 1 0 の構成を示すブロック図。
- 【図 2 1】 図 1 9 ～図 2 0 のセンターノード21cの構成を示すブロック図

- 。
- 【図 2 2】 本発明の実施形態 1 1 の構成を示すブロック図。
- 【図 2 3】 図 2 2 のセンターノード21dの構成を示すブロック図。
- 【図 2 4】 本発明の実施形態 1 2 の構成を示すブロック図。
- 【図 2 5】 従来の波長多重光ネットワークの構成例を示すブロック図。

【符号の説明】

11a, 12a, 13a, 14a, 15a…ネットワーク

21a,21b,21c,21d,21e…センターノード

22a, 23a, 24a, 25a, 26a, 27a, 28a, 22b, 23b, 24b, 22c, 23c, 24c…リモートノード（収容局）

51, 52, 53, 54, 55, 56…ONU

101, 102, 103, 104, 111…光増幅器

105, 106, 105b, 106b…光カップラー

113…光分岐

114…光スイッチ

115…光合分波器 (AWG)

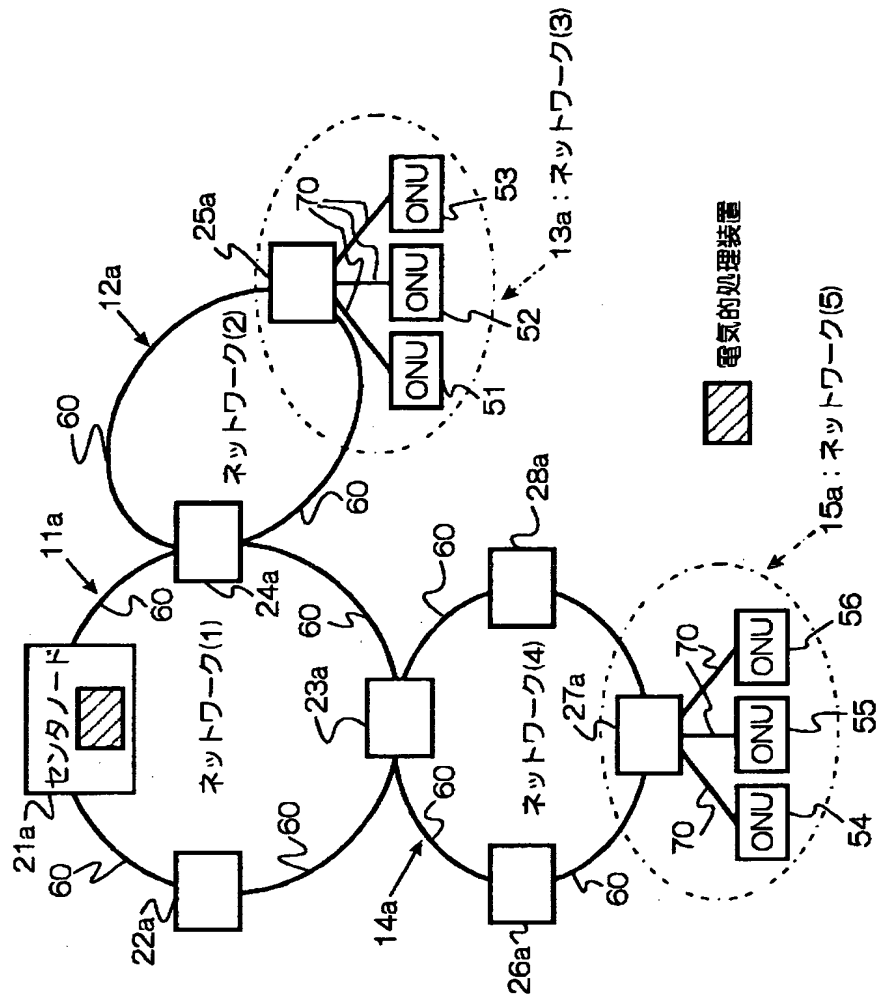
121…トランスポンダー (光受信器/送信器)

130, 131, 132, 133…無線送受信器

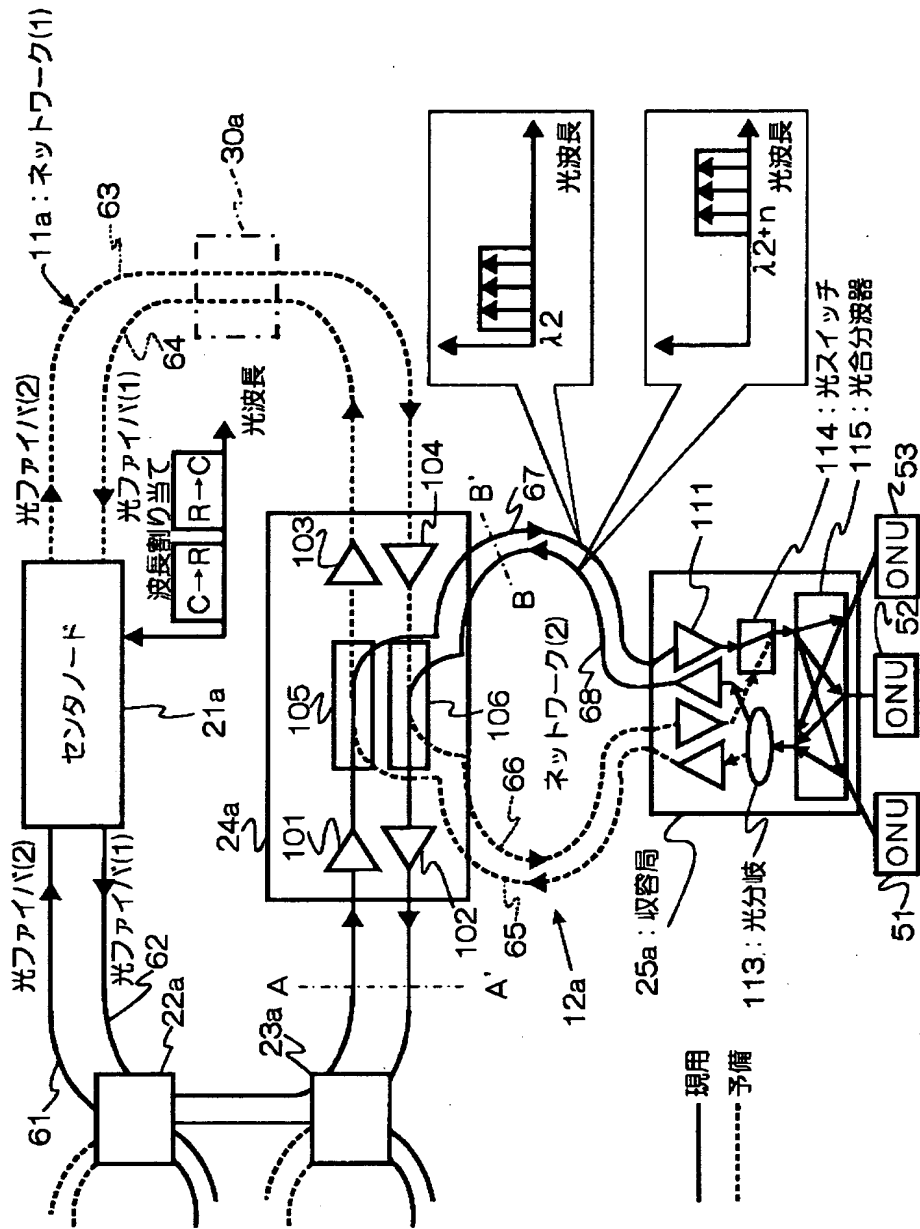
【書類名】

図面

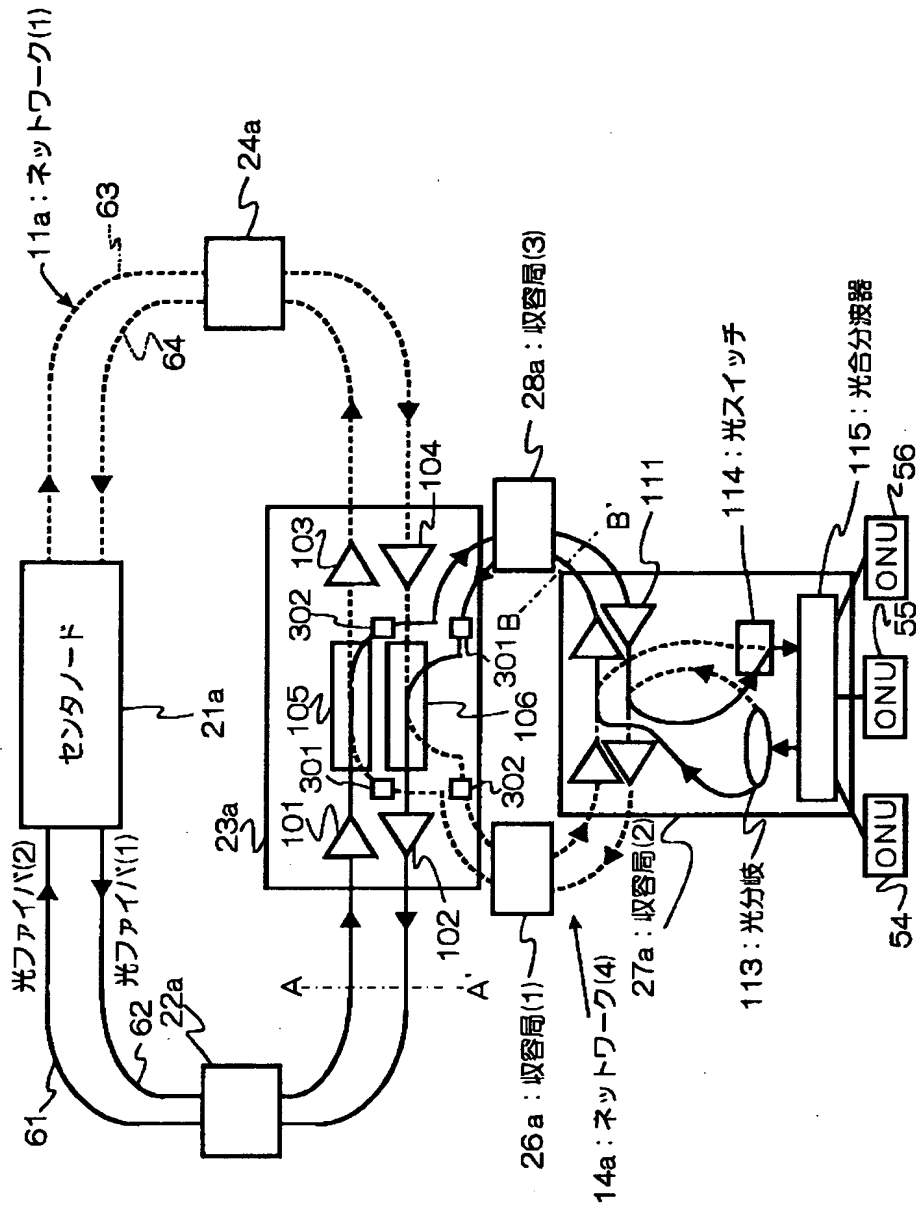
【図 1】



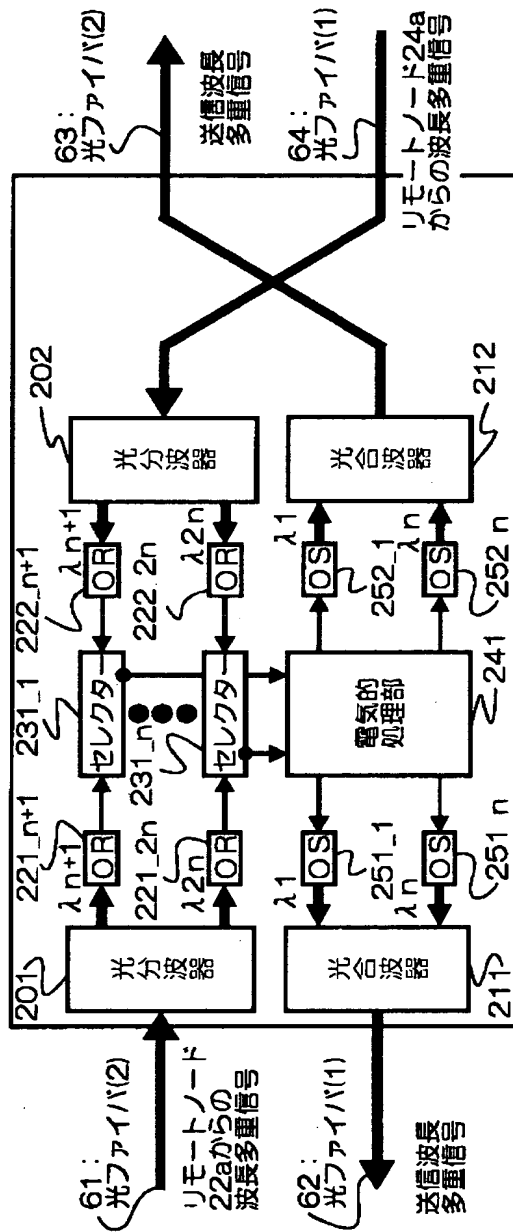
【図 2】



【図 3】

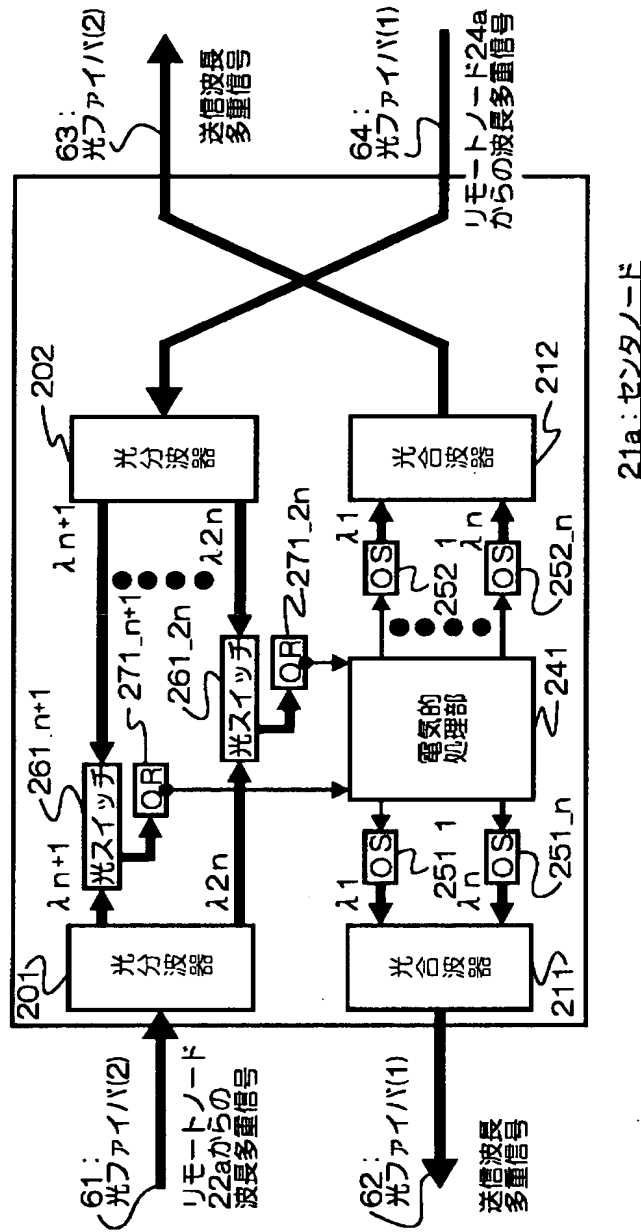


【図 4】

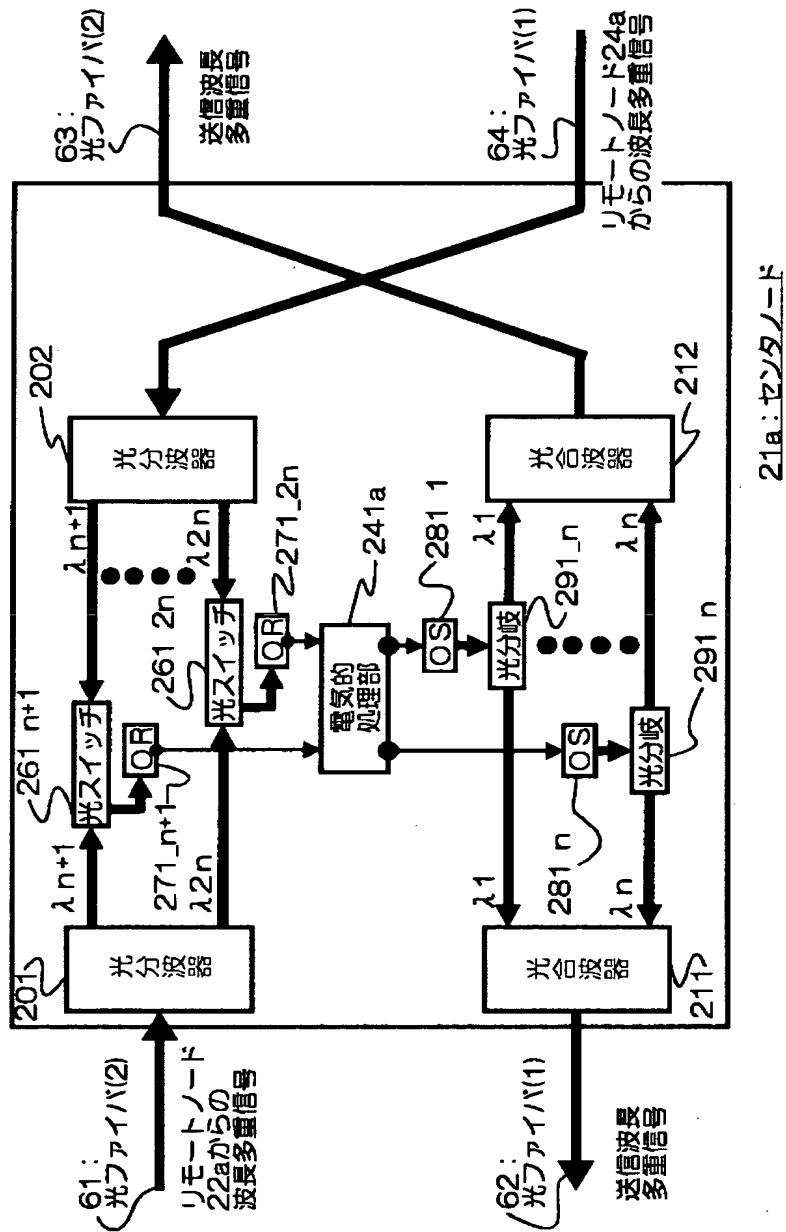


21a: センタノード

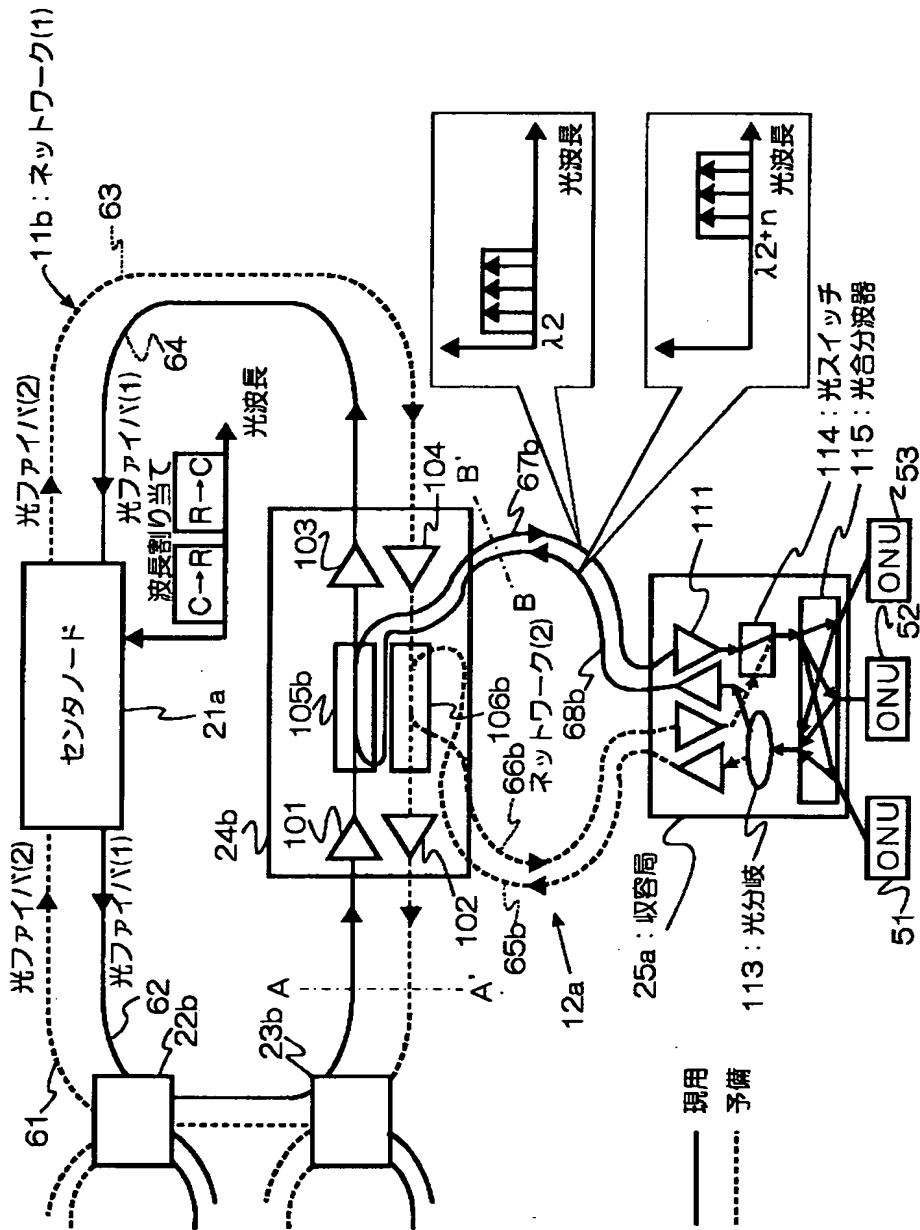
【図 5】



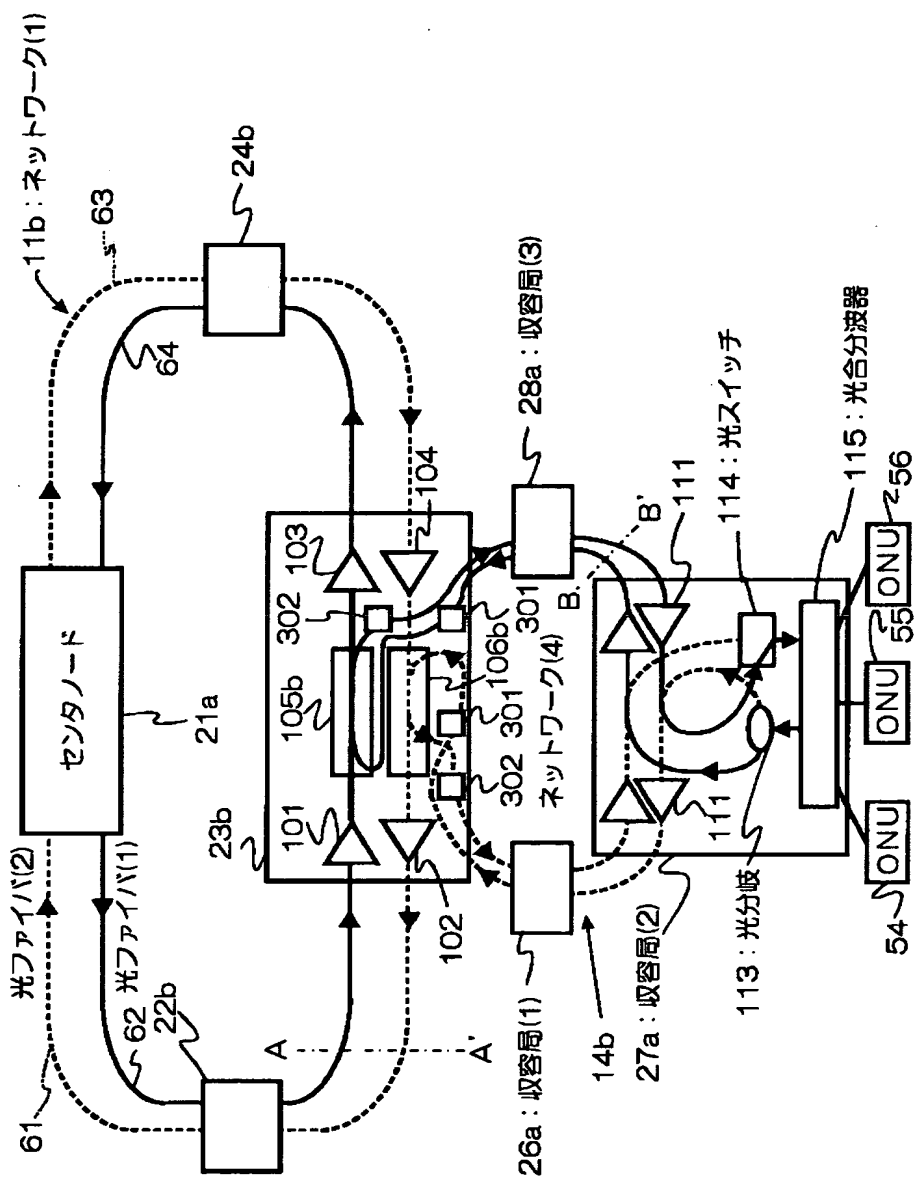
【図 6】



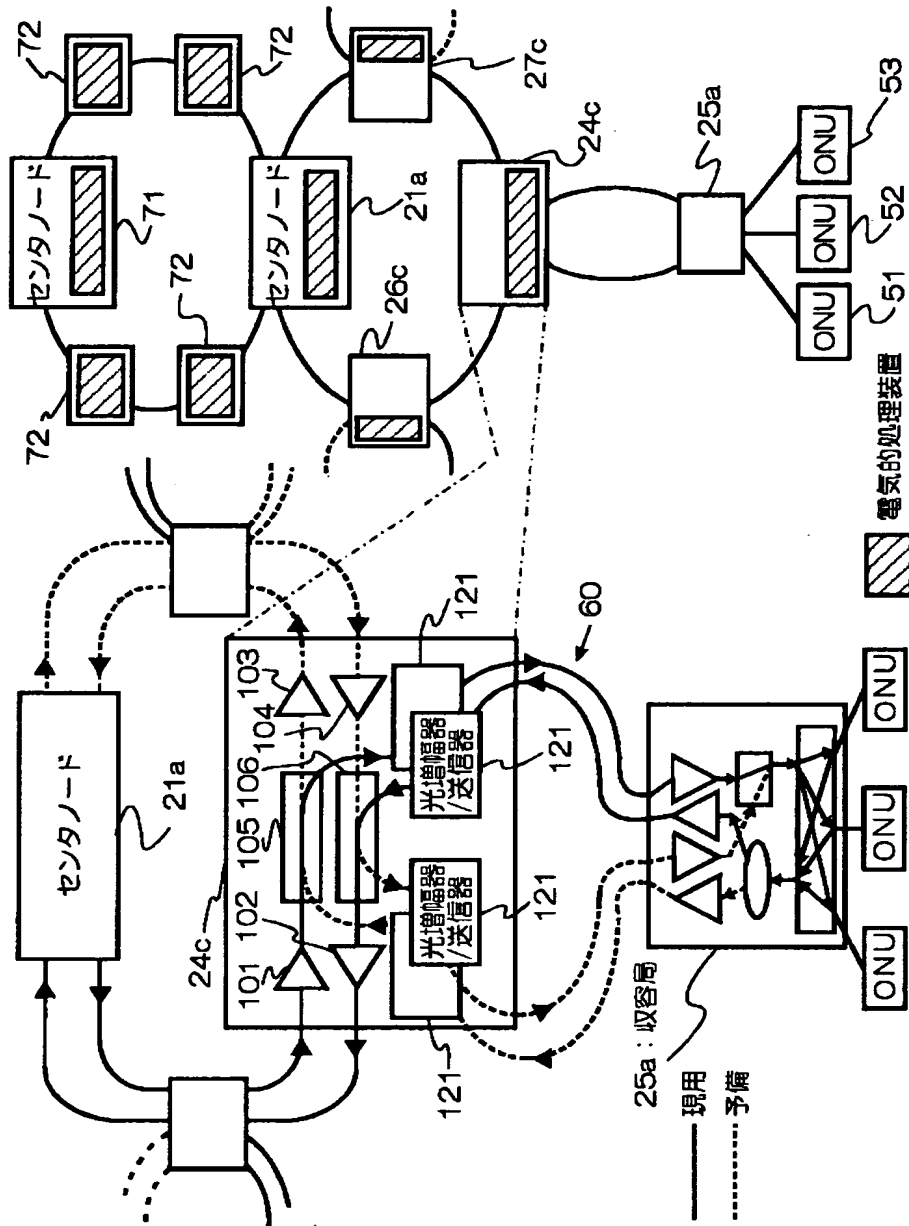
【図 7】



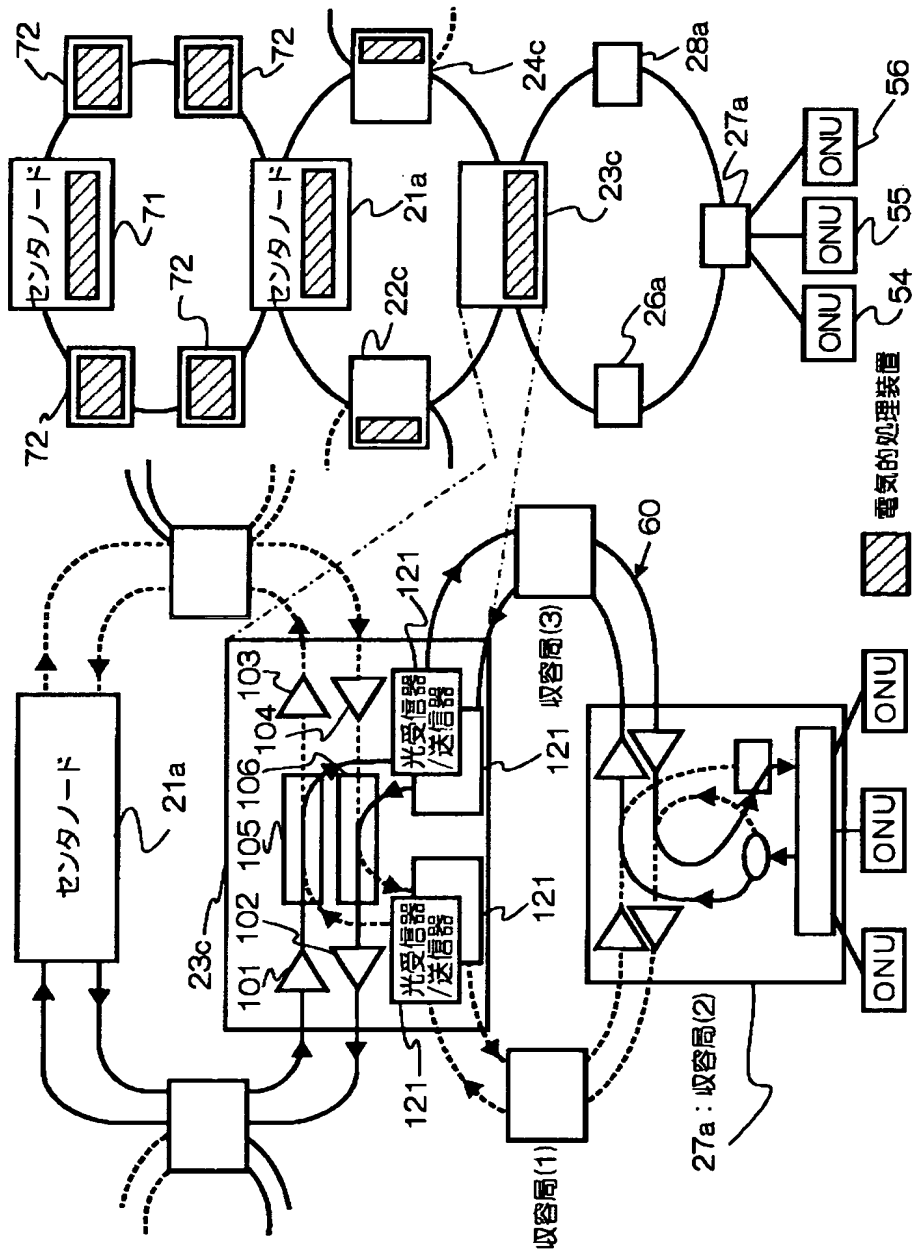
【図 8】



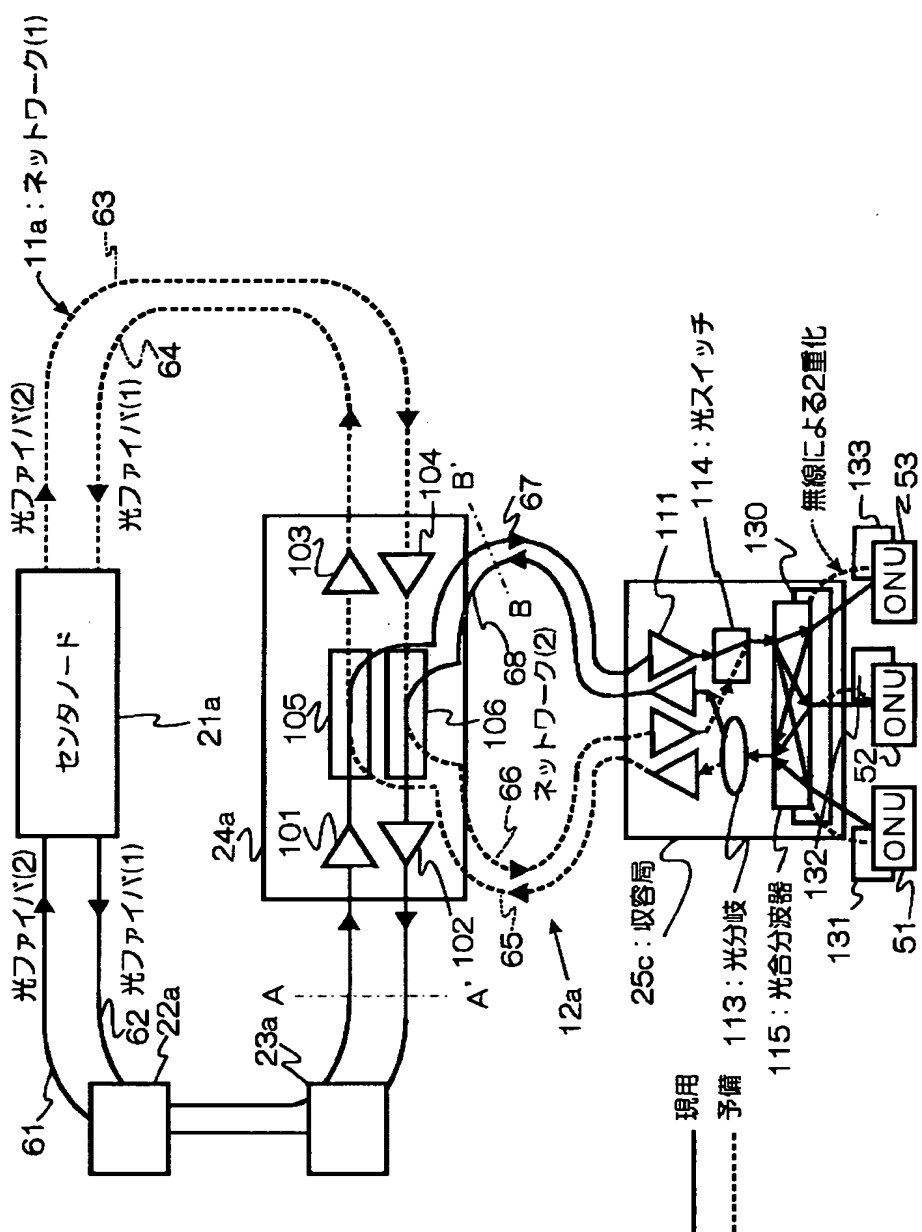
【図9】



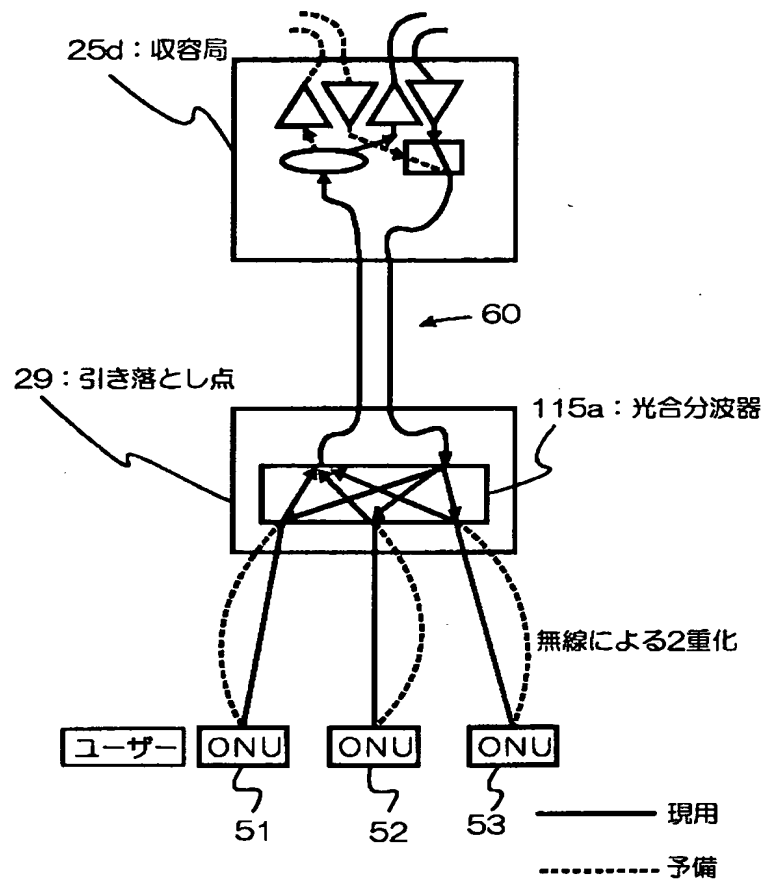
【図 10】



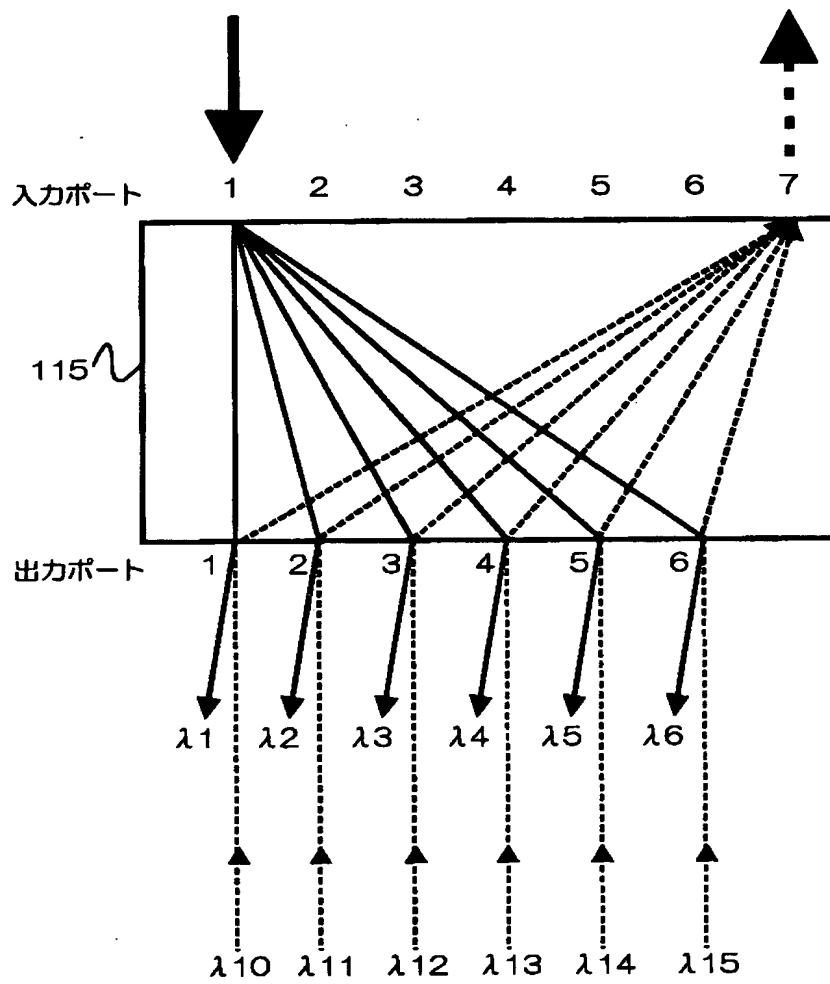
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

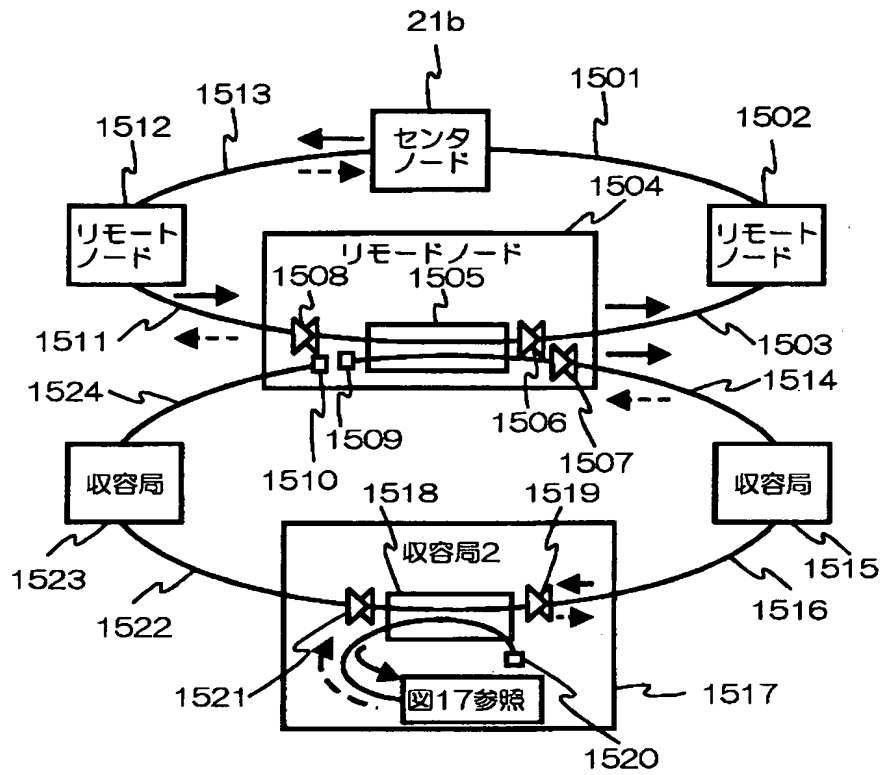


【図 1 4】

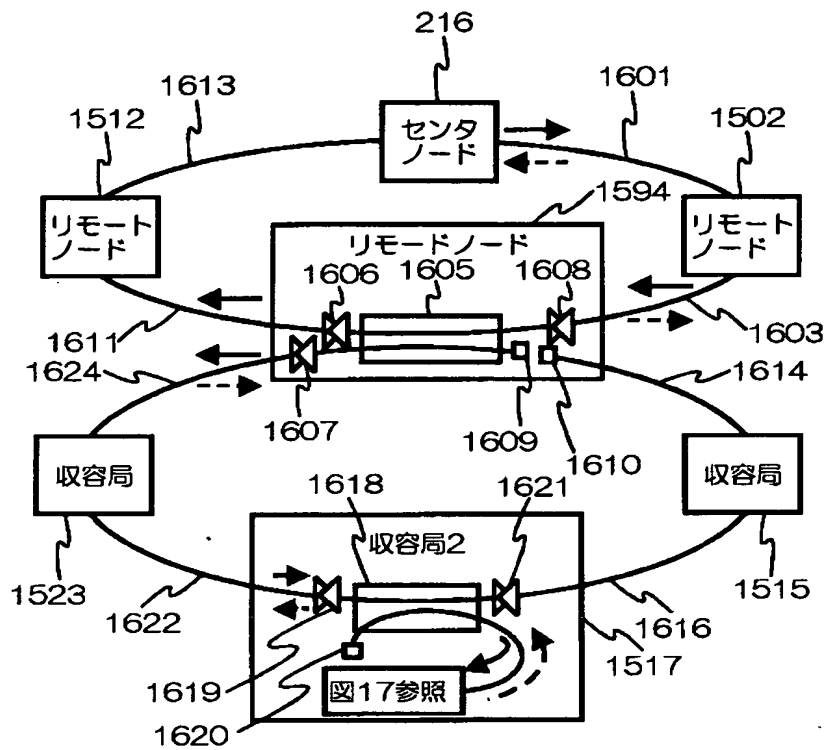
表1 AWGの波長に対する入出力ポートの関係の一例

	出力ポート								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$	$\lambda 8$	$\lambda 9$
2	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$	$\lambda 8$
3	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$
4	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$
5	$\lambda 12$	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$
6	$\lambda 11$	$\lambda 12$	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$
7	$\lambda 10$	$\lambda 11$	$\lambda 12$	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$
8	$\lambda 9$	$\lambda 10$	$\lambda 11$	$\lambda 12$	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$
9	$\lambda 8$	$\lambda 9$	$\lambda 10$	$\lambda 11$	$\lambda 12$	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$

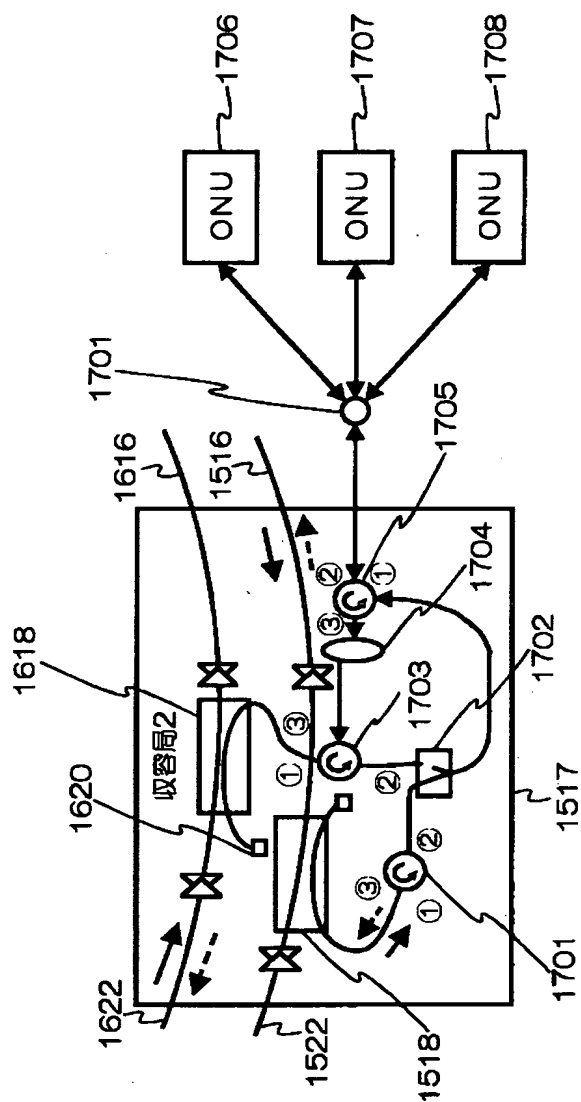
【図15】



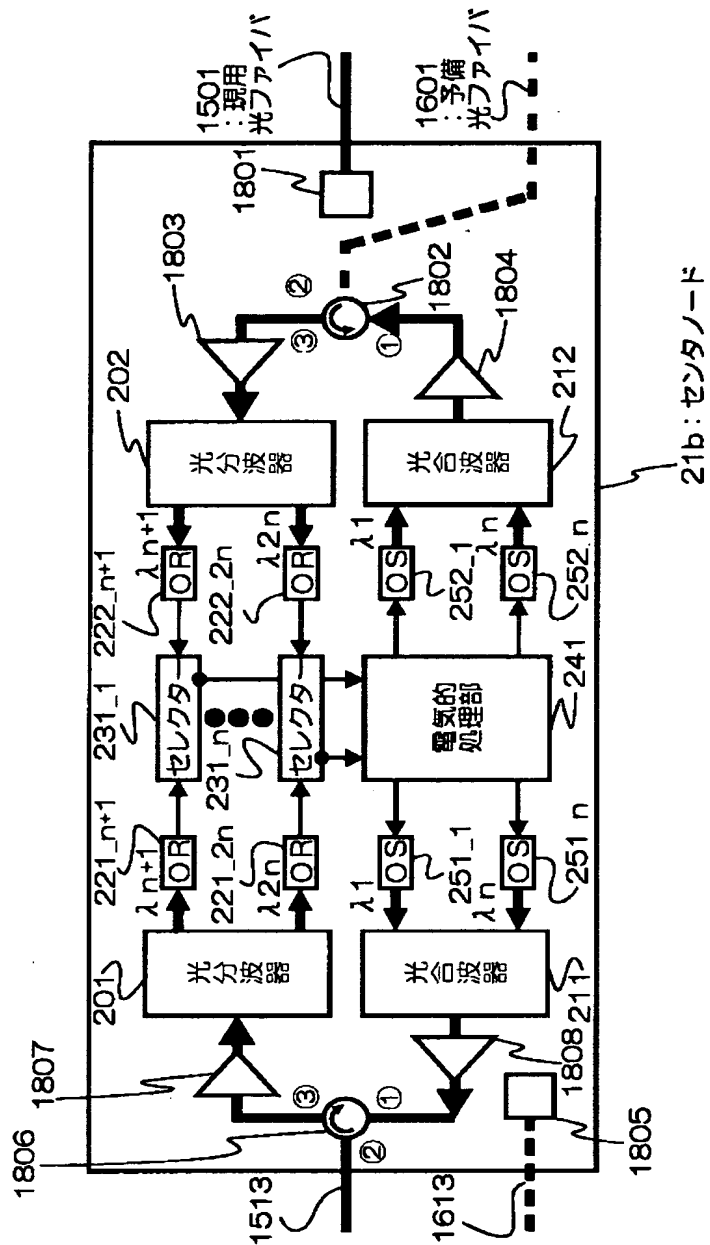
【図16】



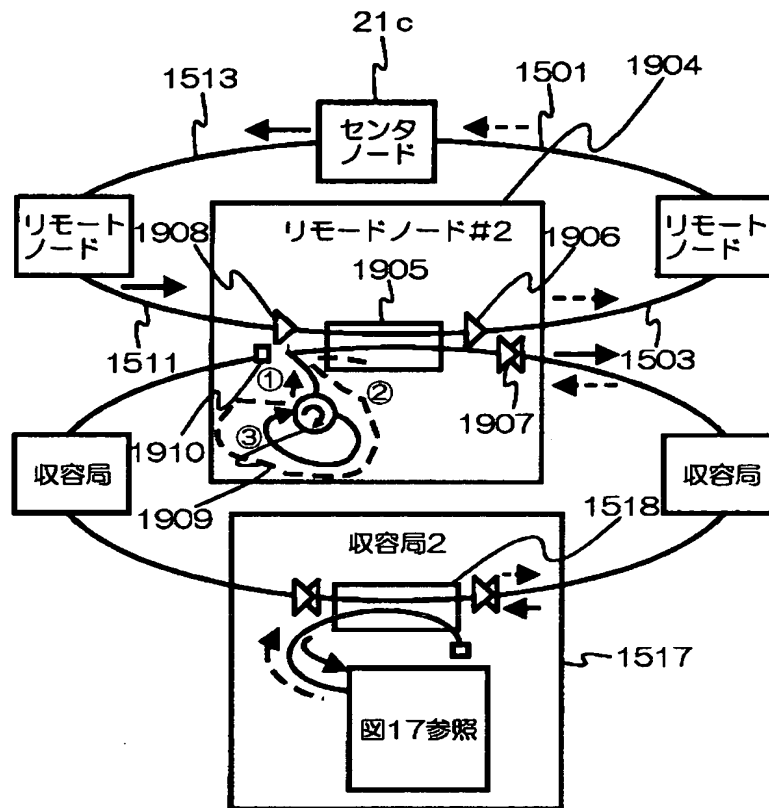
【图 17】



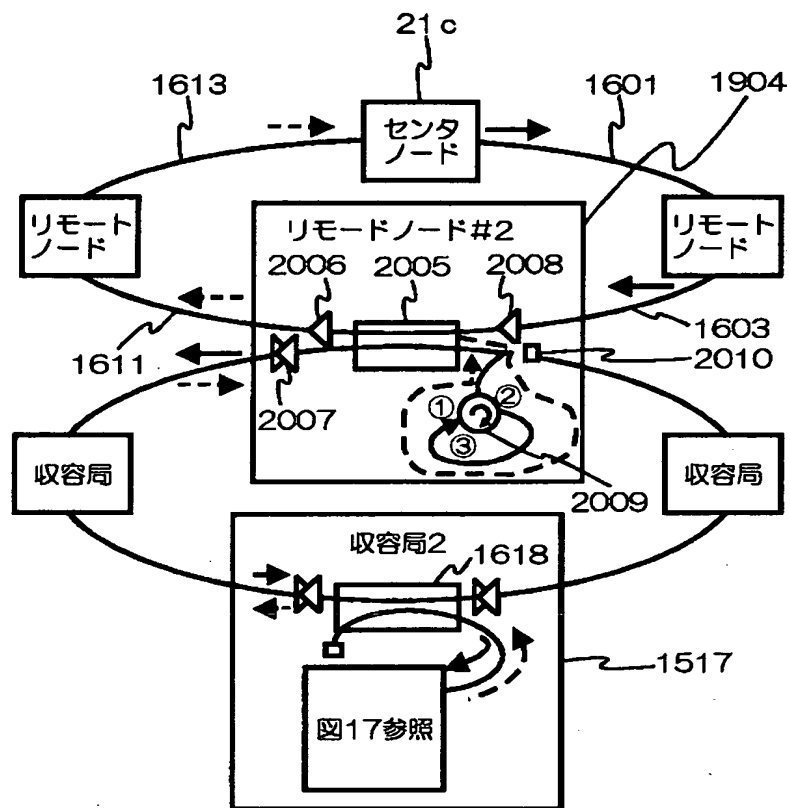
【图 18】



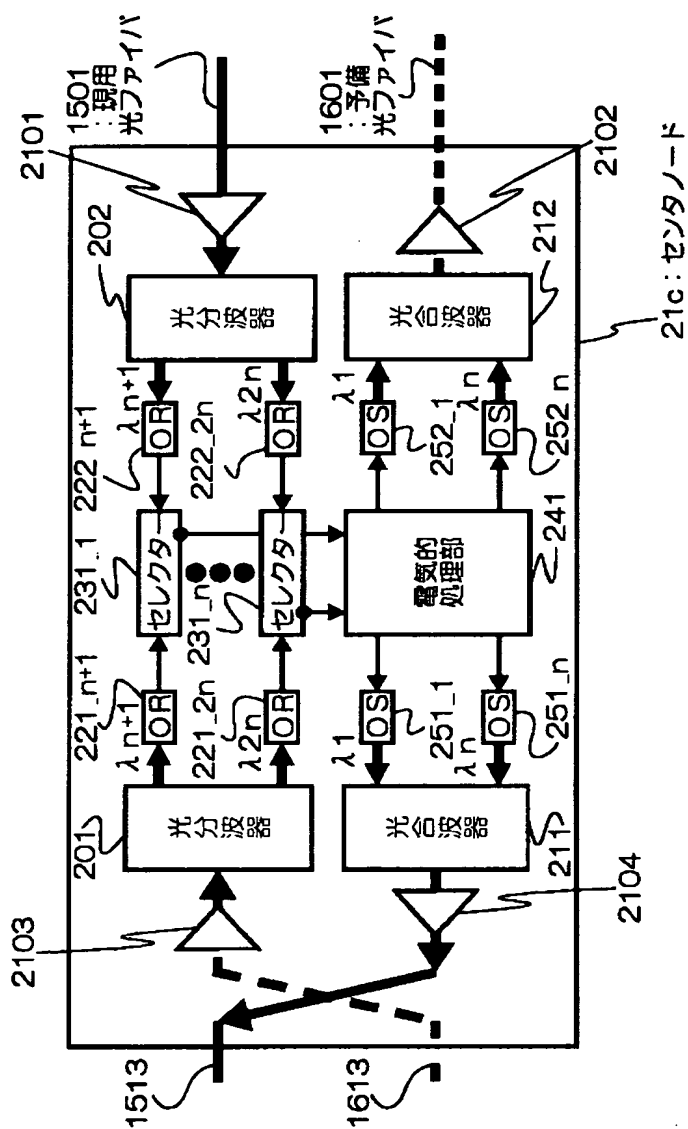
【図19】



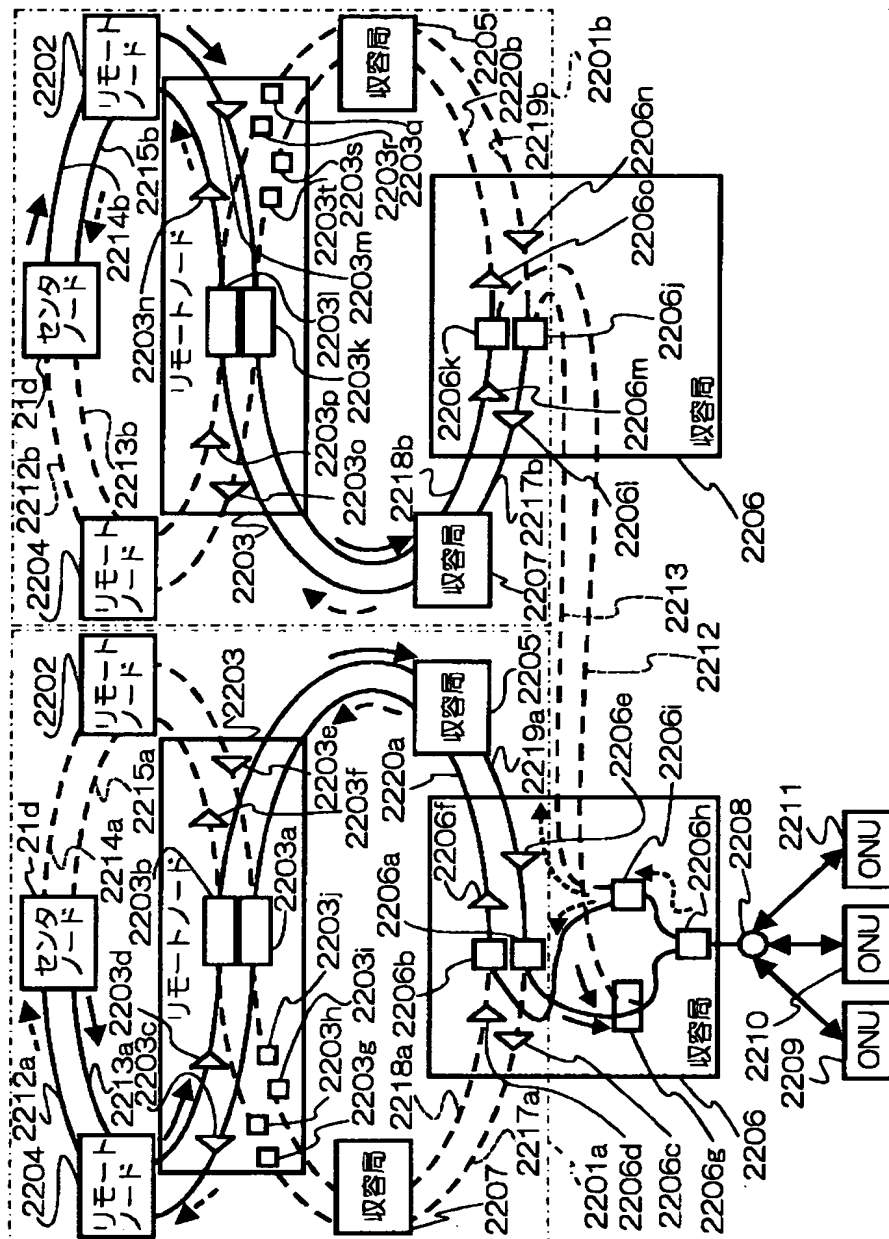
【図20】



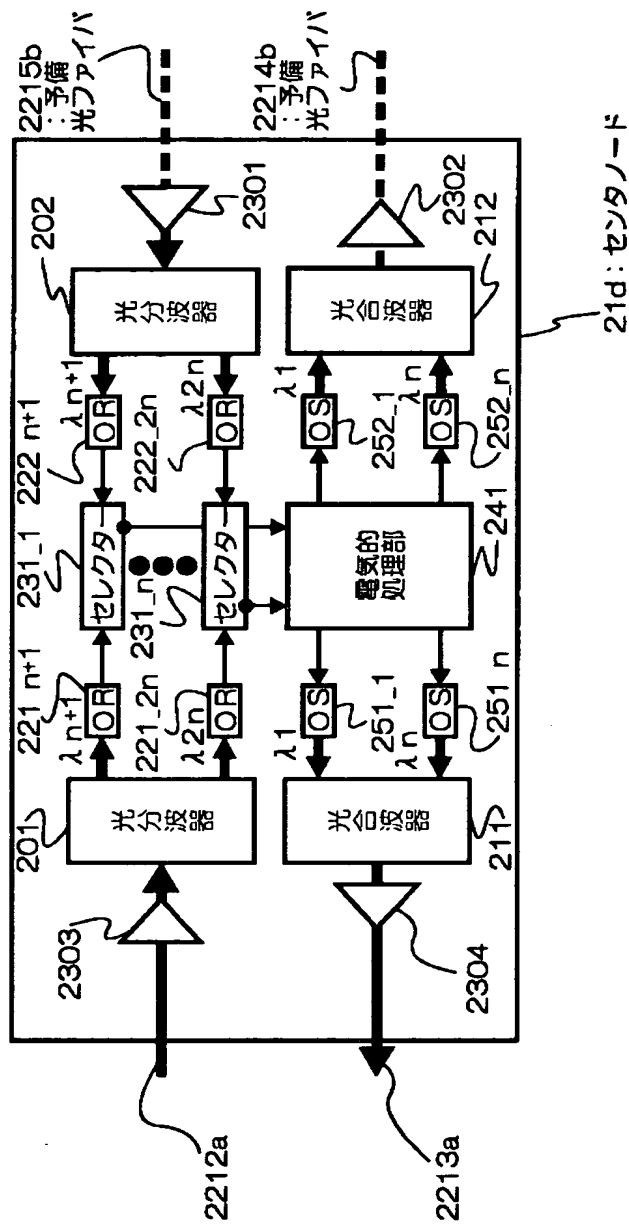
【図 21】



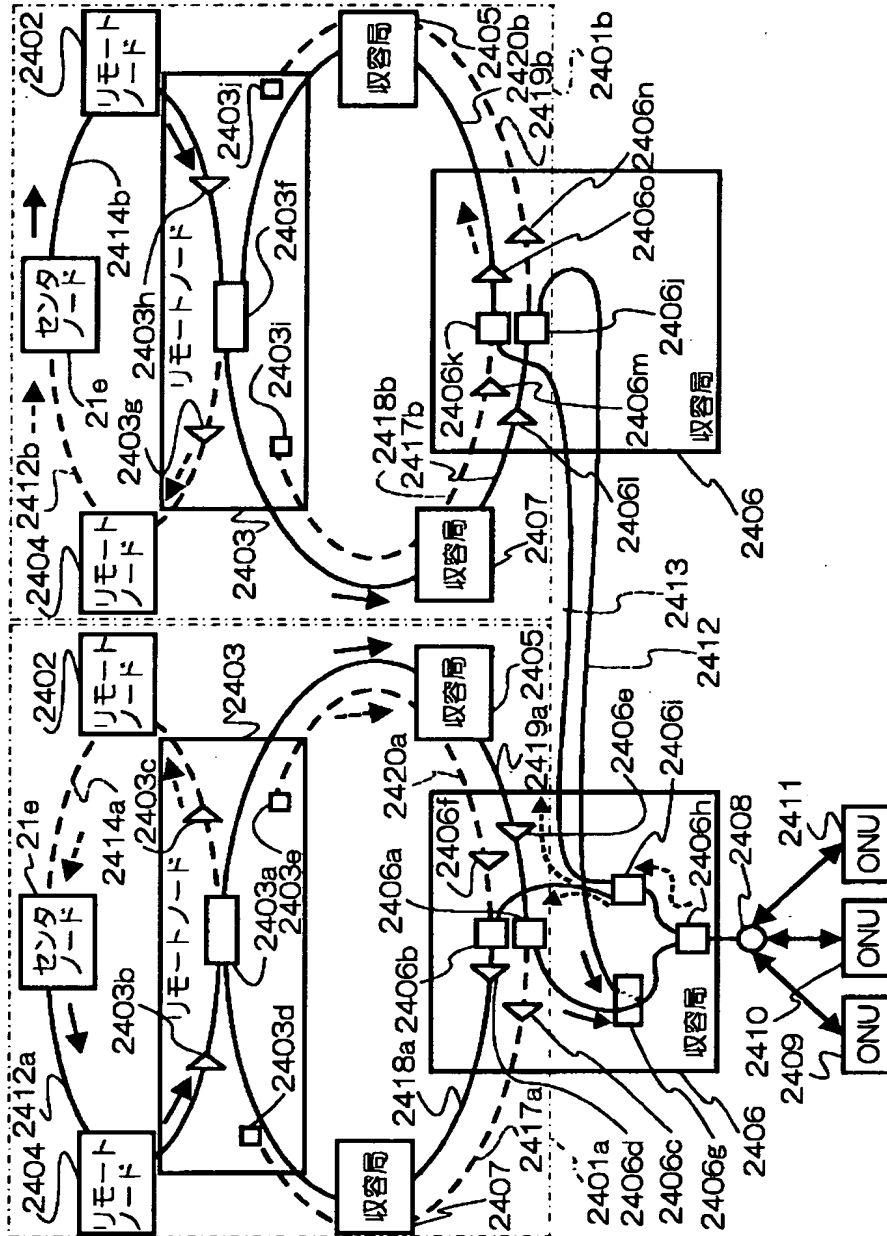
【図 22】



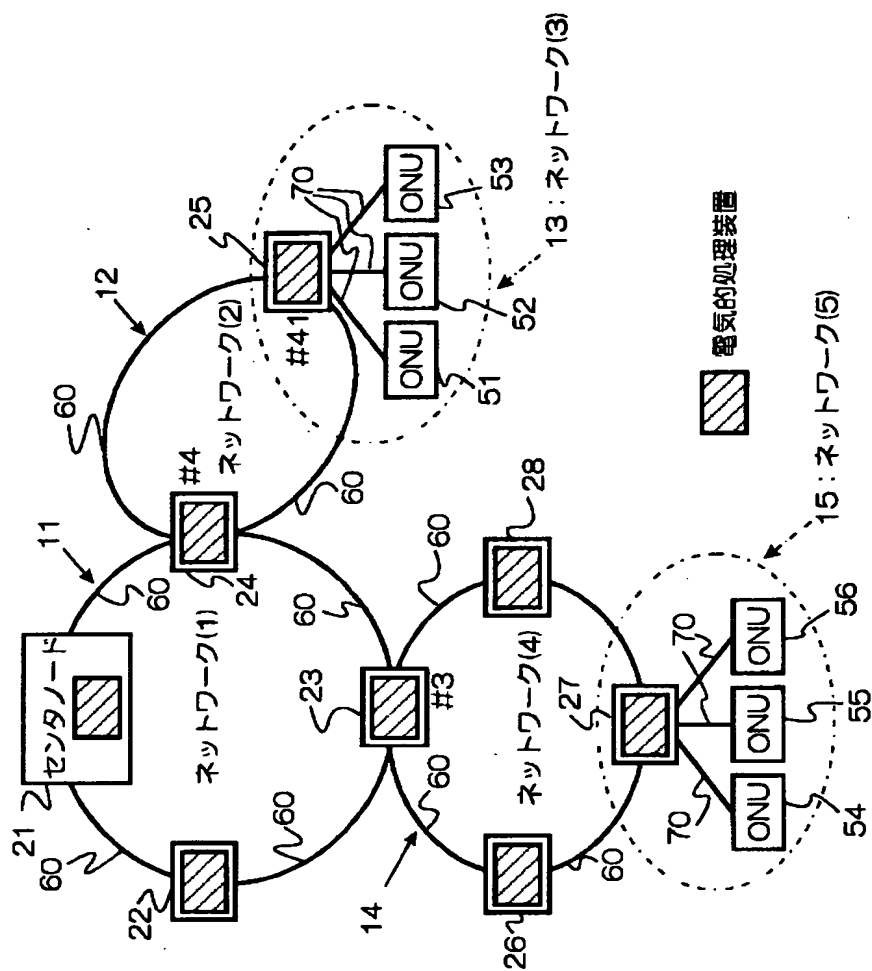
【図 23】



【図 24】



【図 25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡易な構成で大容量光アクセスサービスを行うことができる波長多重光ネットワークを提供する。

【解決手段】 複数の階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最上位のネットワーク(1)は、センターノード21aとリモートノード22a,23a,24aを有するリングネットワークであり、中間のネットワーク(4)は、その上位のネットワーク(1)に属するノード23aをセンターノードとするリング構成であり、最下位のネットワーク(5)は、複数のONUからのトラフィックを集約する収容局25aを中心として、各ONUと収容局25aの間をそれぞれ光ファイバ70で直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワーク(1)に属するセンターノード21aと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在するノードにおいては、電氣的処理を行わず光信号のまま増幅と分岐又はルーティングを行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1999年 7月15日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
氏 名 日本電信電話株式会社